

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI PALAZZO SAN GERVASIO



IMPIANTO AGROVOLTAICO

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE IN AGRO DI PALAZZO SAN GERVASIO – PZ
LOCALITÀ PIANO DELLE TAVOLE

POTENZA NOMINALE 20 MW

**N° ALLEGATO
A.2**



RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

PALAZZO 1 SOLAR S.R.L.S.

via Anna Maria Ortese N° 6 _ 85100 - POTENZA
P.IVA 02155430766



DATA: APRILE 2023

Rev n°1

SOMMARIO

| | |
|--|----|
| PREMESSA..... | 2 |
| DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO | 4 |
| VERIFICA PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITA' DI BACINO DELLA BASILICATA | 9 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE | 10 |
| CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO D'INTERVENTO | 12 |
| CARATTERISTICHE GOMORFOLOGICHE..... | 13 |
| CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE | 15 |
| PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE | 16 |
| PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE..... | 18 |
| INDAGINI SISMICHE | 24 |
| RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE | 24 |
| RISULTATI DELL'INDAGINE MASW | 28 |
| PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITÀ STORICA DEL SITO | 31 |
| PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO | 32 |
| MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO | 41 |
| VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE..... | 43 |

PREMESSA

Su incarico della ditta richiedente lo scrivente ha elaborato il presente studio geologico avente come finalità la caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito individuato per la realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano delle Tavole di Palazzo San Gervasio (PZ).

Di seguito sono descritti tutti i necessari elementi di natura geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica, geotecnica e di microzonazione sismica oltre che a valutazioni di sintesi relative alle criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche dei luoghi occupati dalle opere in progetto (area parco fotovoltaico, elettrodotto di consegna, Sottostazione, aree cabine elettriche e stazione Terna) ed all'individuazione delle varie interferenze ed al loro superamento.

Le normative di riferimento sono:

L.R. n. 9 del 07/06/2011 “Disposizioni urgenti in materia di Microzonazione Sismica”.

L.R. 11.8.99 n.23 "Tutela, governo ed uso del territorio”.

D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.

“NTA del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale”.

Il piano delle indagini geognostiche ha previsto l’esecuzione di indagini sismiche di tipo masw e di prove penetrometriche dinamiche continue.

ALLEGATI – TAVOLE GRAFICHE:

- Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche - scala 1:2.000 (A.12.a.7).
- Carta Geologica – scala 1:2.000 (A.12.a.8).
- Carta Geomorfologica – scala 1:2.000 (A.12.a.9).
- Carta Idrogeologica – scala 1:2.000 (A.12.a.10).
- Sezione Geologica – scala 1:2.000 (A.12.a.11).
- Corografia dei bacini idrografici – scala 1:20.000 (A.12.a.12).
- Carta di sintesi della criticità e della pericolosità geologica e geomorfologica (A.2.1)

- Carta di microzonazione sismica di secondo livello (A.2.2)

Per la redazione del presente studio geologico è stata consultata la seguente bibliografia:

- CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) - Evoluzione dell'Avanfossa adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene, sulla base di dati di sottosuolo. Mem. Soc. Geol. It., 24: 243-260.
- Microzonazione sismica del Comune di Genzano – Regione Basilicata.
- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 471 Irsina.
- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 542 Rionero in Vulture

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come riportato nella relazione tecnica a corredo degli elaborati progettuali l'intervento a farsi riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 19.989 Mw per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, nei territori dei Comuni di Palazzo S. Gervasio (PZ) in località "Piano delle Tàvole".

I vertici dell'impianto di progetto, nel sistema di riferimento WGS84 EPSG 32633, sono di seguito riportati:

| Vertici | X | Y |
|---------|--------|---------|
| 1 | 579080 | 4524750 |
| 2 | 579370 | 4524754 |
| 3 | 579394 | 4524975 |
| 4 | 579733 | 4524892 |
| 5 | 580448 | 4524488 |
| 6 | 580456 | 4524101 |
| 7 | 580378 | 4524078 |
| 8 | 580248 | 4524195 |
| 9 | 579645 | 4524453 |
| 10 | 579445 | 4524532 |
| 11 | 579070 | 4524685 |



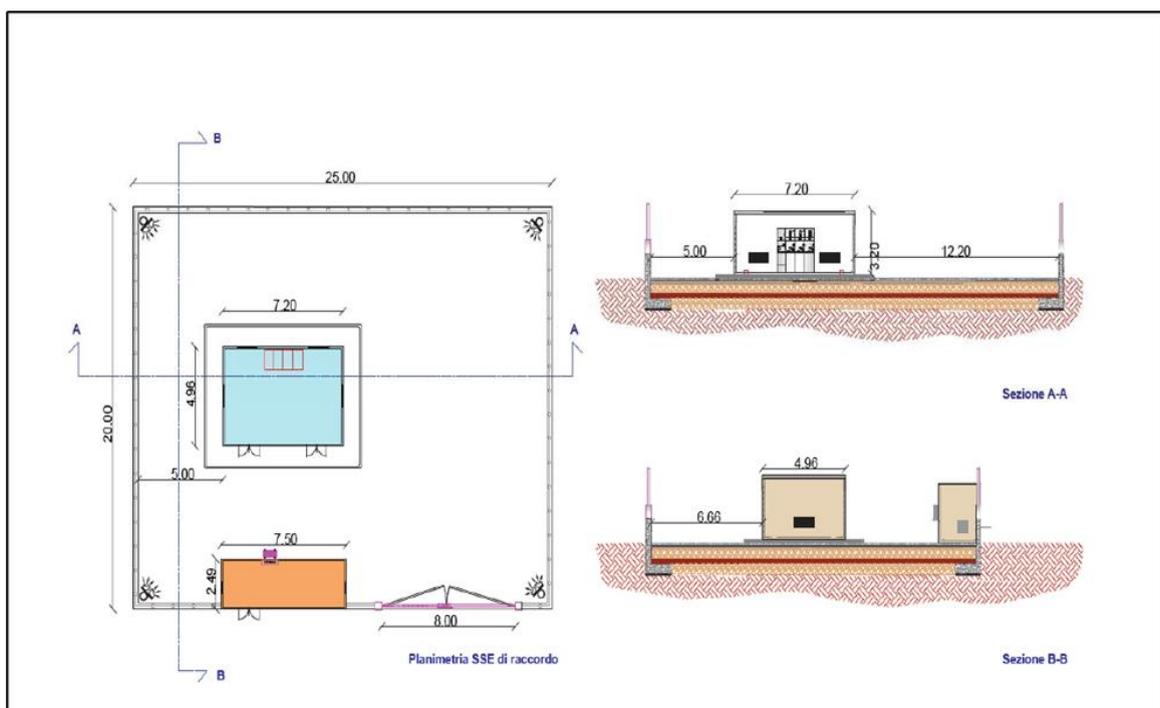
L'impianto fotovoltaico di progetto per conto della società proponente "Palazzo 1 Solar S.r.l.s." verrà realizzato a terra, nel territorio di Palazzo S. Gervasio (PZ) in località "Piano delle Tàvole", verrà allacciato alla futura Stazione Terna "Palazzo S. Gervasio".

I terreni su cui è progettato l'impianto ricadono nella porzione meridionale del territorio comunale di Palazzo S. Gervasio a circa 7.1 km direzione Nord del centro abitato, in una zona occupata da terreni agricoli.

L'estensione complessiva dell'impianto sarà pari a circa 33,26 ha e la potenza complessiva dell'impianto sarà pari ad 19.989 kW_p.

Il parco fotovoltaico sarà costituito da 8 sottocampi distinti, interconnessi tra loro, che saranno realizzati seguendo la naturale orografia del sito di progetto con tracker posti a debita distanza in modo da non ombreggiarsi e garantire le operazioni agricole previste nella relazione agronomica. Dalla Cabina di Raccolta parte il cavidotto interrato in AT (36kV) della di 5.62 Km fino alla cabina di consegna per poi collegarsi alla Stazione S.E. Terna.

La Stazione di Consegna verrà realizzata in prossimità della stazione di rete di "Palazzo S. Gervasio" su un'area di 500m² individuata catastalmente al foglio 27 particelle 293-342.



L'impianto fotovoltaico in progetto prevede l'installazione a terra, su un lotto di terreno attualmente a destinazione agricola condotti a seminativo, di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio cristallino, della potenza unitaria di 620 Wp.

L'impianto viene suddiviso in 8 sottocampi distinti.

Il progetto prevede la realizzazione di un campo fotovoltaico della potenza di 19.989 MW per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica. L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici in silicio cristallino montati su strutture ad asse orizzontale in acciaio a sistema ad inseguimento auto configurante con GPS integrato e controllo da remoto in tempo reale. Il sistema è stato ideato con lo scopo di massimizzare l'efficienza in termini energetici ed economici.

Il progetto prevede la posa in opera di 1240 strutture in acciaio ad inseguimento solare (tracker) comandate da un azionamento lineare controllato da un programma astronomico per il supporto dei moduli, ciascuna alloggiante 26 moduli fotovoltaici disposti in orizzontale su doppia fila; ciascuna struttura ad inseguimento (tracker) costituisce una stringa elettrica collegata ad 1 MPPT dei 12 MPPT dei n° 80 inverter SUNGROW SUPPLY CO. LTD.

L'impianto sarà costituito da:

- 32240 moduli in silicio cristallino da 620 Wp per una potenza complessiva in corrente continua di 19989 KWp;
- 80 inverter da 250 KW ac;
- 8 cabine di Campo-Trasformazione
- n. 8 trasformatori da 3000 kVA allocati in ognuna delle 8 cabine di trasformazione;
- 1 cabina di Impianto-Raccolta che svolge anche le funzioni di cabina ausiliari e sezionamento;
- n. 1 cabina deposito/locale servizi;
- n. 1 cabina guardiania;

- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in AT e BT;
- cavidotto interrato in AT (36kV) di collegamento tra le cabine di campo e la cabina di raccolta, da questa alla cabina di consegna e infine allo stallo a 36kV;
- la futura stazione di Utenza per l'elevazione della tensione di consegna da 36kV a 150kV sarà ubicata nel comune di Palazzo S. Gervasio.

Si raggiungerà una produzione annua di 2.358,34 kWh/m².

Dal punto di vista elettrico, l'impianto nel suo complesso è funzionalmente diviso in 8 blocchi.

Per quanto riguarda la viabilità interna e piazzali in corrispondenza delle cabine di campo saranno realizzati dei piazzali a servizio delle stesse, sagomati secondo le pendenze di progetto e di dimensioni idonee a garantire la manovra degli automezzi di servizio.

VIABILITA' INTERNA

La viabilità interna e i piazzali saranno realizzati nella modalità a seguito:

- Scavo di sbancamento della profondità di 80 cm;
- Posa di geo-tessuto posto in opera sopra il terreno precedentemente modellato e compattato;
- Posa di misto di cava con pezzatura grossa di spessore medio 30cm;
- Posa di materiale di cava stabilizzato con pezzatura fine di spessore medio 20cm.

Non si rendono necessarie opere di drenaggio delle acque superficiali in quanto non sono previste aree impermeabilizzate.

Per la posa in opera delle cabine elettriche sia di campo che di consegna e sezionamento saranno realizzate assemblando dei monoblocchi containerizzati (campo) o prefabbricati (consegna e sezionamento) in stabilimento completi di fondazioni del tipo a vasca, anch'esse prefabbricate.

Pertanto, le lavorazioni necessarie per montaggio di entrambi i tipi di cabina saranno le seguenti: cavo e costipazione del terreno fino ad una profondità di circa 30 cm rispetto alla quota finita;

Getto di una soletta di sottofondazione in cls armato con rete elettrosaldata spianata e lisciata in modo da garantire una base in piano idonea al montaggio dei monoblocchi;

Rinterro lungo il perimetro con il terreno di matrice ghiaiosa e sabbio-ghiaiosa proveniente dagli sbancamenti.

STAZIONE TERNA

L'allacciamento di un campo fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete, da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

Sostanzialmente possono presentarsi due casi:

La connessione alla RTN o alla rete di distribuzione avviene attraverso una stazione esistente;

La connessione avviene attraverso la realizzazione di una nuova stazione elettrica.

Gli Enti suddetti definiscono i requisiti e le caratteristiche di riferimento delle nuove stazioni elettriche, poiché ovviamente esse devono essere compatibili con la rete esistente, oltre alle dimensioni delle stesse nel caso in cui debbano avere future espansioni. Per il campo fotovoltaico da realizzarsi in località "Piano delle Tàvole", il Gestore prescrive un collegamento in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Genzano – Palazzo San Gervasio – Forenza Maschito", previa realizzazione dei seguenti interventi:

futura SE RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Genzano380 – Melfi 380";

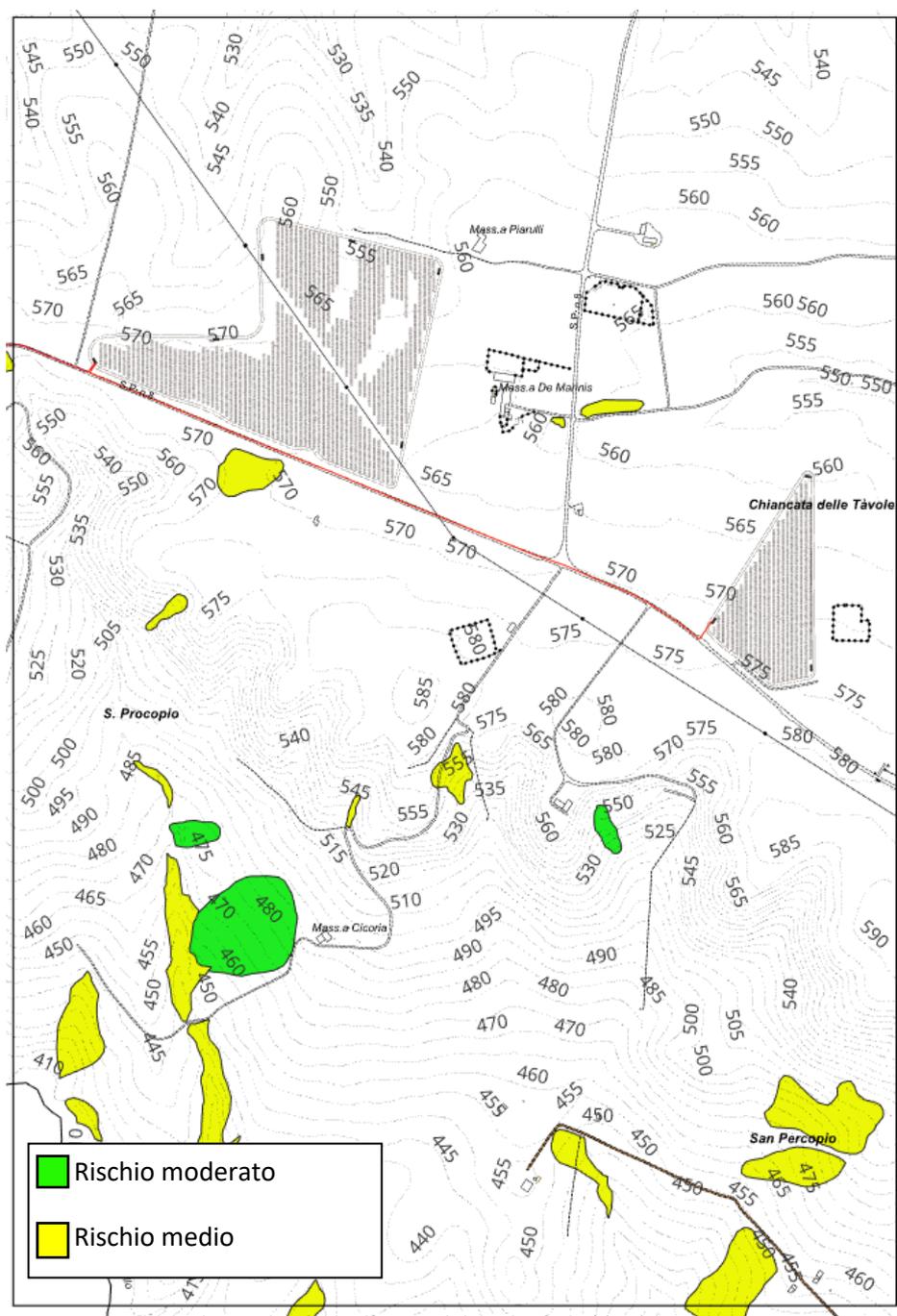
nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra le future SE suddette.

Dagli elaborati progettuali visionati si evince che l'intervento in progetto comporta scavi strettamente necessari alla posa dei cavidotti fino ad una profondità massima di 0,80 m ed alle perforazioni con trivella per l'esecuzione di pali di fondazione.

VERIFICA PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITA' DI BACINO DELLA BASILICATA

Il territorio comunale di Palazzo San Gervasio rientra nel Bacino idrografico del Fiume Bradano, di competenza dell'ex Autorità di Bacino della Regione Basilicata.

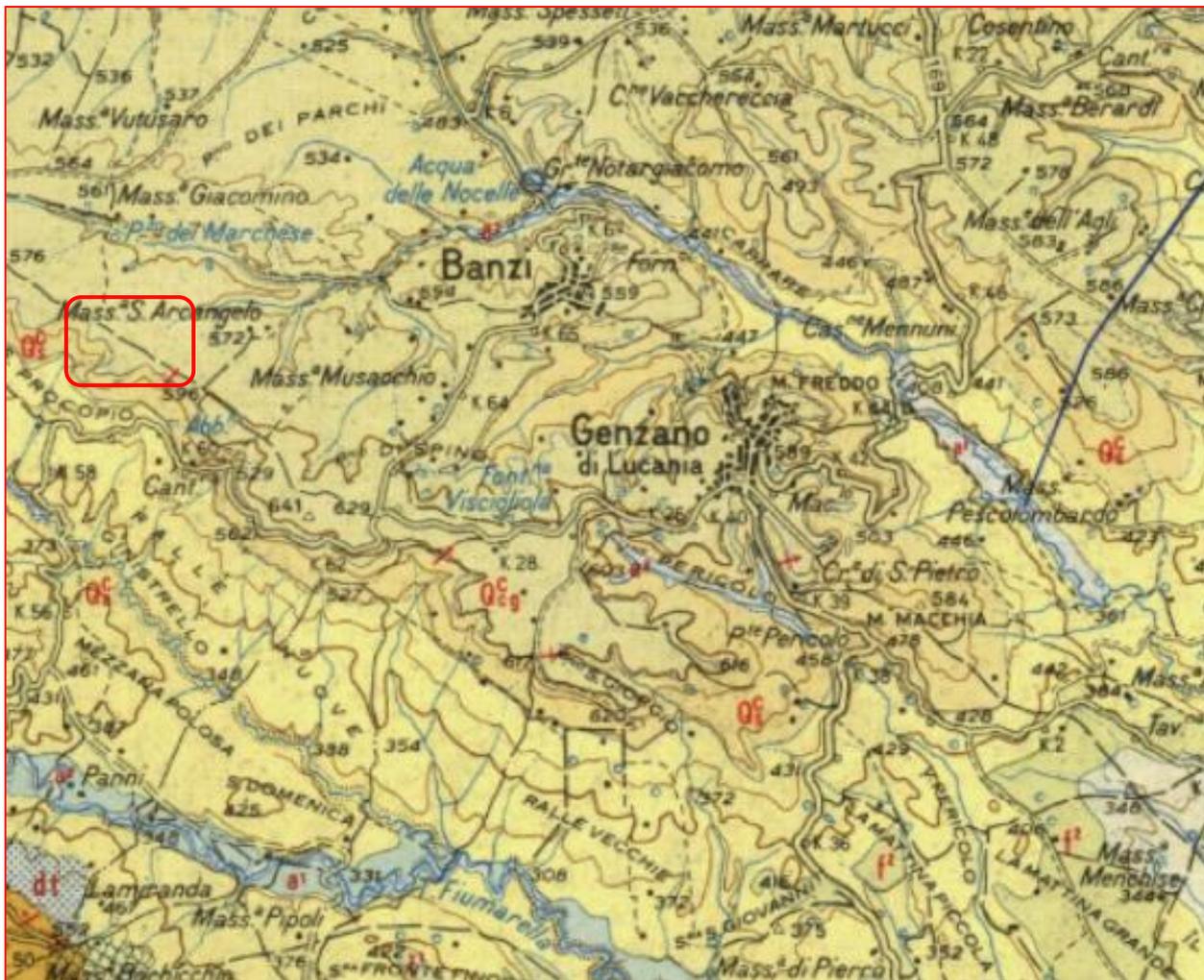
Dalla consultazione delle Tavole del Rischio da frana che compongono il Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico dell'ex Autorità di Bacino della Regione Basilicata il sito di interesse non è incluso in nessuna delle aree a rischio e a pericolosità da frana ed a rischio idraulico.



STRALCIO DELLA TAVOLA DEL RISCHIO DA FRANA (fonte AdB – Basilicata)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'areale di interesse prossima al margine della catena appenninica rientra nel settore centrale della Fossa Bradanica ed è compresa nel Foglio 188 "Gravina in Puglia" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.



ESTRATTO FOGLIO 188 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio del Palazzo San Gervasio rientra all'interno del settore dell'Appennino meridionale rappresentato dalle successioni sedimentarie Plio-Pleistoceniche della Fossa Bradanica, un bacino tettonico di sedimentazione (~1,5 Ma) lungo 200 km ed ampio da 15-20 fino a 50-60 km, compreso tra la catena appenninica meridionale (segmento Campano-Lucano) ad ovest, ed il Gargano e le Murge ad est; corrisponde alla parte meridionale dell'avanfossa adriatica (avanfossa appenninica post-messiniana) e, come tale, la

sua storia si colloca nel contesto evolutivo del sistema catena-avanfossa-avampaese che, sviluppatosi in seguito alla subduzione della placca adriatica con retroflessione verso est sotto quella eurasiatica, migra progressivamente verso E-NE durante il Plio-Pleistocene [Pieri et al.,1996].

Le successioni silicoclastiche riconosciute rappresentano la parte alta del ciclo Sedimentario Bradanico, costituite da ghiaie e conglomerati noti come Formazione dei conglomerati di Irsina (Azzaroli *et alii*, 1968) accumulatisi in ambienti continentali e transizionali (deltizi) nel corso del Pleistocene medio-superiore.

La successione è costituita da conglomerati clasto e matrice-sostenuti, massivi con stratificazione incrociata concava ed obliqua; a luoghi sono presenti lenti sabbiose con laminazione piano-parallela ed incrociata e livelli argilloso-siltosi.

I terreni conglomeratici poggiano attraverso una superficie di discordanza su sedimenti sabbiosi giallastri della Formazione di Monte Marano, passanti alle argille siltose delle “Argille Subappennine”.

Nel complesso tali successioni rappresentano i termini regressivi bradanici, legati alla fase di emersione dell’Avanfossa Bradanica.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO D'INTERVENTO

Il rilevamento geologico di campagna ha permesso di ascrivere i terreni investigati a depositi conglomeratici dei quali se ne descrivono le caratteristiche litologiche.

I litotipi affioranti nell'area di interesse sono ascrivibili ai Conglomerati di Irsina rappresentati da conglomeratici con ciottoli arrotondati poligenici ed eterogenei variabili da clastosostenuti a matrice sostenuti; frequenti risultano le intercalazioni di lenti sabbiose ed argilloso-limose soprattutto nella parte bassa della formazione.

Si tratta di conglomerati eterometrici e poligenici con clasti di natura calcareo-marnosa e dimensioni variabili da pochi centimetri a 10-15 cm di diametro (valore medio generalmente di 5-6 cm) con forma ben arrotondata talvolta allungata.

Sono organizzate in livelli e strati da centimetrici a metrici, evidenziati talvolta dalla presenza di livelli con spessore centimetrico di sabbia cementata; localmente può però divenire predominante al punto da formare veri e propri corpi sabbiosi seppur con continuità laterale e spessori limitati; in altri casi la matrice è pressoché assente così che il deposito conglomeratico diviene clasto-sostenuto.

I terreni conglomeratici mostrano un'elevata variabilità per quanto riguarda gli spessori, la continuità laterale e il grado di cementazione, il quale varia da poco cementato a molto cementato; a luoghi, nei livelli sabbiose si osservano strutture sedimentarie quali stratificazione incrociata ad alto e basso angolo, passaggi laterali eteropici tra le sabbie e i conglomerati.

Le caratteristiche litologiche e quelle sedimentarie indicano per questa unità litologica un ambiente deposizionale molto dinamico e con forte energia di trasporto, tipico di un ambiente continentale fluviale torrentizio in prossimità di una piana costiera.

CARATTERISTICHE GOMORFOLOGICHE

L'area di interesse occupa parte di un'ampia superficie sub-orizzontale debolmente basculata verso N-NO a causa dei movimenti tettonici legati all'evoluzione geodinamica dell'Appennino meridionale.

l'area del progetto si sviluppa interamente su morfologia subpianeggiante costituita da spianate di sedimentazione marina e continentale in cui affiorano terreni granulari appartenenti ai depositi conglomeratici (Conglomerato d'Irsina).

L'analisi geomorfologica eseguita è stata commisurata alle effettive problematiche dell'area di interesse ed esteso ad un ambito geomorfologico significativo rappresentato dalla porzione di territorio in cui i processi morfoevolutivi di versante possono interferire direttamente o indirettamente con le aree interessate dall'intervento.

L'area di studio è priva di elementi riconducibili a forme di dissesto attive o quiescenti, non esistono le condizioni fisiche affinché si verifichino movimenti gravitativi tali da influire sulle condizioni di stabilità dell'intera zona; l'assetto morfologico della porzione di territorio indagato si presenta come un rilievo tabulare conglomeratico.

Nelle immagini seguenti sono ben visibili le morfologie subpianeggianti del rilievo tabulare su cui riposa il sito di interesse progettuale, privo di movimenti franosi in atto o potenziali.

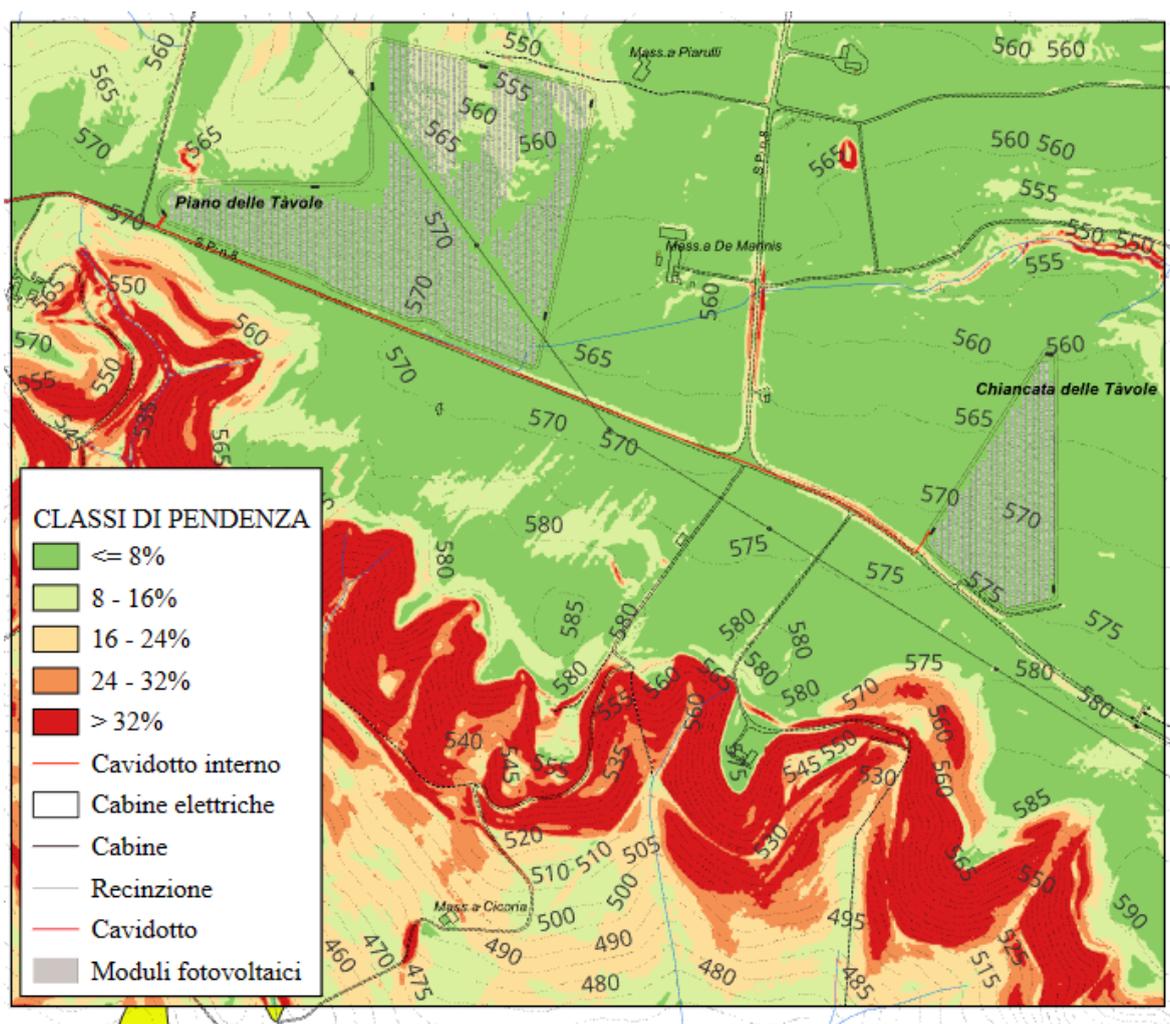


VISTA DA OVEST DELLA MORFOLOGIA SUBPIANEGGIANTE DELL'AREA DI INTERVENTO



VISTA DA EST DELLA MORFOLOGIA SUBPIANEGGIANTE DELL'AREA DI INTERVENTO

La pendenza dell'area non supera il valore del 8% che corrisponde ad un angolo di inclinazione di circa 5.



CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il settore del territorio indagato è caratterizzato da un reticolo idrografico scarsamente ramificato, ciò è legato essenzialmente al clima, caratterizzato da una bassa piovosità media ed alla presenza di litologie affioranti dotate di una buona permeabilità, la quale favorisce l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche rispetto allo scorrimento superficiale.

Questo complesso idrogeologico di natura conglomeratica corrisponde a terreni a permeabilità alta per porosità primaria con coefficiente di permeabilità $k > 10^{-3}$ cm/s.

L'idrografia superficiale è poco gerarchizzata con solchi ampi e svasati del primo e secondo ordine gerarchico mediante linee di deflusso a carattere effimero e torrentizio dovute a fenomeni di ruscellamento lungo linee preferenziali di scorrimento che drenano le acque nel Torrente Basentello posto a nord dell'area.

Le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda; da rilievi eseguiti presso un pozzo privato della Masseria De Marinis ubicato a poche decine di metri di distanza dal parco fotovoltaico si ha una profondità di circa 45 metri dal piano campagna.

PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il piano delle indagini geognostiche per l'area del parco fotovoltaico ha previsto l'esecuzione in sito di due indagini penetrometriche dinamiche continue, di due prospezioni sismiche; inoltre si sono consultate le stratigrafie di due sondaggi meccanici a carotaggio continuo S1 ed S2 terebrati nelle stesse litologie per la realizzazione del parco eolico denominato "Piano delle Tavole" della ditta VERONAGES S.P.A. situato a breve distanza dal sito del presente progetto.

I sondaggi consultati sono denominati S1 ed S2 che hanno raggiunto la profondità di 20 m.

SONDAGGIO S1

-0,00 – 0,30 m suolo.

-0,30 – 2,60 m sabbia limoso-argillosa con inclusi ciottoli arrotondati.

-2,60 – 20,00 m conglomerati poligenici con lenti limose-argillose verso fondo foro.

Prelievo del campione da -7,50 a 8,00 m di profondità.

Prova SPT da 3,00 - 3,14 (Rif.); 5,50 – 5,77 (Nspt 32 -Rif); 15,00 – 15,08 (Rif.).

SONDAGGIO S 2

- 0,00 – 0,40 m suolo.

- 0,40 – 3,00 m sabbia limoso-argillosa con inclusi ciottoli arrotondati.

- 3,00 – 15,00 m conglomerati poligenici con lenti sabbiose-limose talvolta prevalenti.

-15,00 – 19,00 m sabbie addensate ed arenarie.

Prelievo del campione da -3,50 a 4,00 m di profondità.

Prova SPT da 6,00 – 6,45 (14-18-25) 16,50 – 16,95 (12-10-11).

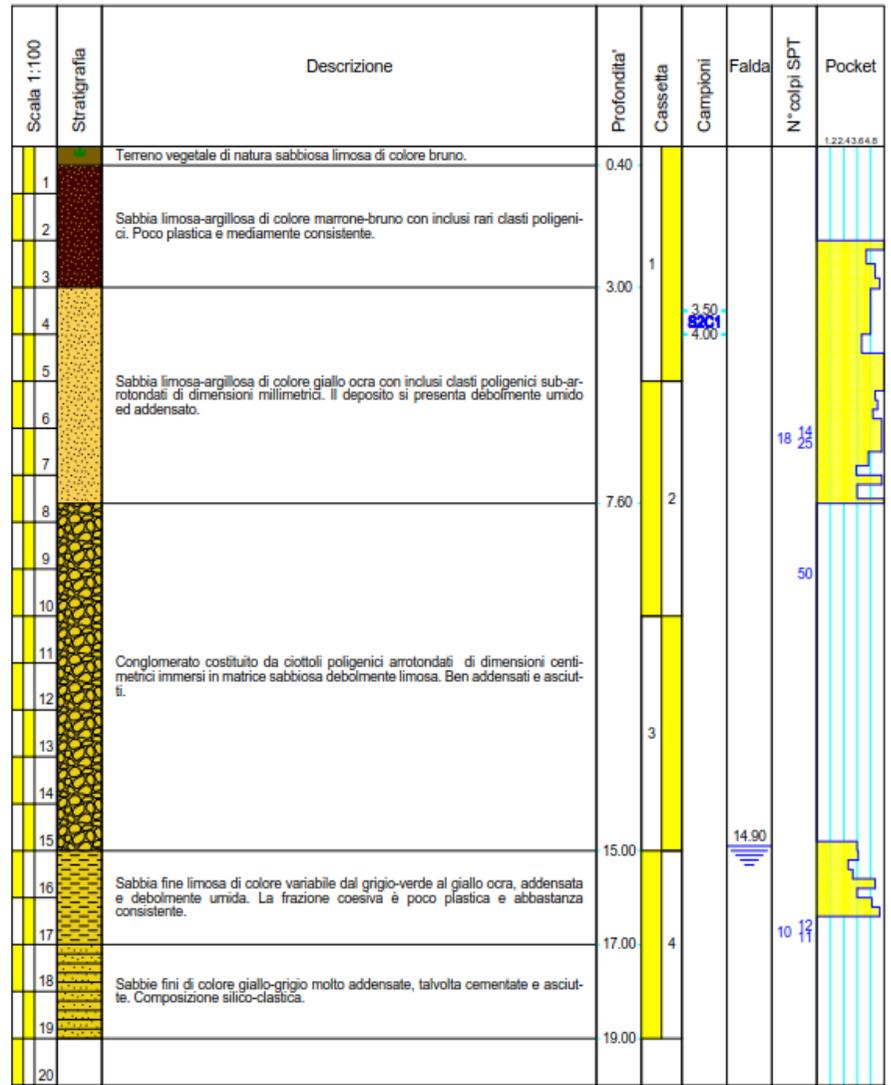
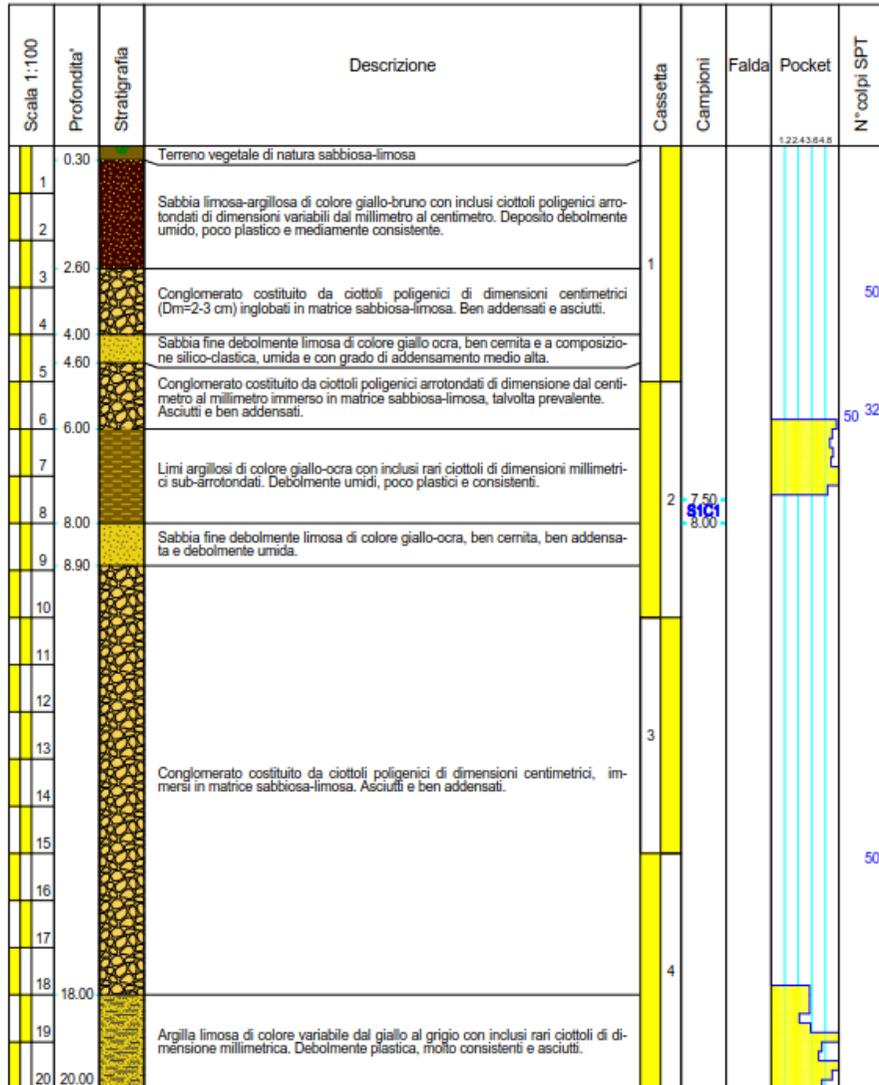
Nella tabella seguente si riporta la sintesi dei risultati delle prove geotecniche di laboratorio:

Entrambe le stratigrafie mostrano che si tratta di una successione clastica costituita da conglomerati clastosostenuti con intercalazioni a diverse altezze stratigrafiche di conglomerati con una matrice di tipo limo-argillosa e sabbiosa.

Sono frequenti anche livelli più francamente sabbiosi.

| | | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|
| Committente | Veronagest S.p.a. | SONDAGGIO | FOGLIO |
| Cantiere | Parco Eolico "Piano delle Tavole" | S1 | 1 |
| Località | Banzi - Palazzo S.G. (PZ) | Il geologo Raffaele Nardone | |
| Data Inizio | 22/07/2010 | Data Fine | 22/07/2010 |

| | | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|
| Committente | Veronagest S.p.a. | SONDAGGIO | FOGLIO |
| Cantiere | Parco Eolico "Piano delle Tavole" | S2 | 1 |
| Località | Banzi - Palazzo S.G. (PZ) | Il geologo Raffaele Nardone | |
| Data Inizio | 22/07/2010 | Data Fine | 22/07/2010 |



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Per la caratterizzazione dello stato di consistenza/addensamento della porzione di terreno più direttamente interessato dalle opere in progetto sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche continue successivamente elaborate con il software Dynamic Probing della Geostru software.

Queste prove, normate dall'Eurocodice 7, sono effettuate mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 35.68 mm ed angolo di apertura 60°.

Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 30 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,20 m e consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 10 cm con aste della lunghezza di un metro, misurando il numero di colpi necessari all'avanzamento.

Le prove sono state effettuate con penetrometro dinamico della ditta Pagani srl modello DMP-3020 (tipo ISSMFE) che può raggiungere anche profondità di 20-25 m.

L'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche continue si basa sul raffronto con dati statistici, elaborati da un certo numero di prove eseguite in terreni coerenti (limi, argille) oppure incoerenti (ghiaie, sabbie), attraverso i quali è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza che può offrire il terreno in esame.

Le prove hanno permesso di ottenere informazioni sullo stato di consistenza e di addensamento dei terreni in base al numero di colpi di un maglio del peso di 30 kg per infissioni continue per tratti di 10 cm fino alla profondità di rifiuto o di arresto.

Nella zona di indagine sono state effettuate n. 2 prove penetrometriche dinamiche al fine di ottenere una caratterizzazione litotecnica dei terreni.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03-03-2023

Profondità prova 2.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Mpa) | Res. dinamica (Mpa) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa) |
|----------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--|--|
| 0.10 | 3 | 0.857 | 0.95 | 1.11 | 95.20 | 111.14 |
| 0.20 | 3 | 0.855 | 0.95 | 1.11 | 94.98 | 111.14 |
| 0.30 | 3 | 0.853 | 0.95 | 1.11 | 94.76 | 111.14 |
| 0.40 | 3 | 0.851 | 0.95 | 1.11 | 94.55 | 111.14 |
| 0.50 | 21 | 0.749 | 5.83 | 7.78 | 582.59 | 777.95 |
| 0.60 | 23 | 0.747 | 6.36 | 8.52 | 636.48 | 852.04 |
| 0.70 | 7 | 0.845 | 2.19 | 2.59 | 219.16 | 259.32 |
| 0.80 | 8 | 0.843 | 2.50 | 2.96 | 249.93 | 296.36 |
| 0.90 | 8 | 0.842 | 2.37 | 2.82 | 237.44 | 282.15 |
| 1.00 | 18 | 0.790 | 5.01 | 6.35 | 501.36 | 634.84 |
| 1.10 | 21 | 0.738 | 5.47 | 7.41 | 546.59 | 740.64 |
| 1.20 | 14 | 0.786 | 3.88 | 4.94 | 388.23 | 493.76 |
| 1.30 | 19 | 0.785 | 5.26 | 6.70 | 525.73 | 670.10 |
| 1.40 | 11 | 0.833 | 3.23 | 3.88 | 323.11 | 387.96 |
| 1.50 | 11 | 0.831 | 3.22 | 3.88 | 322.47 | 387.96 |
| 1.60 | 23 | 0.730 | 5.92 | 8.11 | 591.80 | 811.18 |
| 1.70 | 24 | 0.728 | 6.16 | 8.46 | 616.15 | 846.45 |
| 1.80 | 38 | 0.676 | 9.06 | 13.40 | 906.42 | 1340.21 |
| 1.90 | 28 | 0.725 | 6.83 | 9.42 | 682.95 | 942.34 |
| 2.00 | 28 | 0.723 | 6.81 | 9.42 | 681.48 | 942.34 |
| 2.10 | 39 | 0.622 | 8.16 | 13.13 | 815.93 | 1312.54 |
| 2.20 | 50 | 0.620 | 10.44 | 16.83 | 1043.51 | 1682.74 |

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| NSPT | Prof. Strato (m) | Gibbs & Holtz 1957 | Meyerhof 1957 | Schultze & Menzenbach (1961) | Skempton 1986 |
|------|------------------|--------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| 7 | 0.90 | 31.83 | 62.76 | 83.1 | 25.97 |
| 20 | 2.20 | 50.62 | 94.07 | 98.52 | 51.23 |

Angolo di resistenza al taglio

| | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 | Meyerhof (1956) | Sowers (1961) | Malcev (1964) | Meyerhof (1965) | Schmertmann (1977) Sabbie | Mitchell & Katti (1981) | Japanese National Railway | De Mello | Owasaki & Iwasaki |
|---|------|------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|----------|-------------------|
| 1 | 7 | 0.90 | 7 | 29 | 22 | 29.96 | 33.54 | 32.49 | 0 | <30 | 29.1 | 35.67 | 26.83 |
| 2 | 20 | 2.20 | 20 | 32.71 | 25.71 | 33.6 | 32.49 | 37.07 | 41.17 | 30-32 | 33 | 44.02 | 35 |

Classificazione AGI

| | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|-----|------|------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| [1] | 7 | 0.90 | 7 | Classificazione A.G.I | POCO ADDENSATO |
| [2] | 20 | 2.20 | 20 | Classificazione A.G.I | MODERATAMENTE ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Peso Unità di Volume (KN/m ³) |
|-----|------|------------------|----------------------------------|--------------------|---|
| [1] | 7 | 0.90 | 7 | Terzaghi-Peck 1948 | 14.11 |
| [2] | 20 | 2.20 | 20 | Terzaghi-Peck 1948 | 15.65 |

Peso unità di volume saturo

| | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³) |
|-----|------|------------------|----------------------------------|--------------------|---|
| [1] | 7 | 0.90 | 7 | Terzaghi-Peck 1948 | 18.59 |
| [2] | 20 | 2.20 | 20 | Terzaghi-Peck 1948 | 19.55 |

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 03-03-2023

Profondità prova 3.90 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Mpa) | Res. dinamica (Mpa) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa) |
|----------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--|--|
| 0.10 | 4 | 0.857 | 1.27 | 1.48 | 126.93 | 148.18 |
| 0.20 | 4 | 0.855 | 1.27 | 1.48 | 126.64 | 148.18 |
| 0.30 | 6 | 0.853 | 1.90 | 2.22 | 189.53 | 222.27 |
| 0.40 | 6 | 0.851 | 1.89 | 2.22 | 189.10 | 222.27 |
| 0.50 | 8 | 0.849 | 2.52 | 2.96 | 251.57 | 296.36 |
| 0.60 | 8 | 0.847 | 2.51 | 2.96 | 251.02 | 296.36 |
| 0.70 | 11 | 0.845 | 3.44 | 4.07 | 344.40 | 407.50 |
| 0.80 | 11 | 0.843 | 3.44 | 4.07 | 343.65 | 407.50 |
| 0.90 | 10 | 0.842 | 2.97 | 3.53 | 296.80 | 352.69 |
| 1.00 | 29 | 0.740 | 7.57 | 10.23 | 756.61 | 1022.79 |
| 1.10 | 32 | 0.688 | 7.76 | 11.29 | 776.47 | 1128.60 |
| 1.20 | 13 | 0.786 | 3.60 | 4.58 | 360.50 | 458.49 |
| 1.30 | 12 | 0.835 | 3.53 | 4.23 | 353.20 | 423.22 |
| 1.40 | 21 | 0.733 | 5.43 | 7.41 | 542.79 | 740.64 |
| 1.50 | 12 | 0.831 | 3.52 | 4.23 | 351.78 | 423.22 |
| 1.60 | 10 | 0.830 | 2.93 | 3.53 | 292.57 | 352.69 |
| 1.70 | 21 | 0.728 | 5.39 | 7.41 | 539.14 | 740.64 |
| 1.80 | 12 | 0.826 | 3.50 | 4.23 | 349.72 | 423.22 |
| 1.90 | 12 | 0.825 | 3.33 | 4.04 | 333.08 | 403.86 |
| 2.00 | 27 | 0.723 | 6.57 | 9.09 | 657.14 | 908.68 |
| 2.10 | 27 | 0.722 | 6.56 | 9.09 | 655.74 | 908.68 |
| 2.20 | 23 | 0.720 | 5.57 | 7.74 | 557.42 | 774.06 |
| 2.30 | 10 | 0.819 | 2.76 | 3.37 | 275.51 | 336.55 |
| 2.40 | 16 | 0.767 | 4.13 | 5.38 | 413.09 | 538.48 |
| 2.50 | 16 | 0.766 | 4.12 | 5.38 | 412.30 | 538.48 |
| 2.60 | 18 | 0.764 | 4.63 | 6.06 | 462.97 | 605.79 |
| 2.70 | 18 | 0.763 | 4.62 | 6.06 | 462.11 | 605.79 |
| 2.80 | 18 | 0.761 | 4.61 | 6.06 | 461.26 | 605.79 |
| 2.90 | 32 | 0.660 | 6.80 | 10.30 | 679.73 | 1029.83 |
| 3.00 | 34 | 0.659 | 7.21 | 10.94 | 720.72 | 1094.20 |
| 3.10 | 32 | 0.657 | 6.77 | 10.30 | 676.94 | 1029.83 |
| 3.20 | 30 | 0.706 | 6.82 | 9.65 | 681.62 | 965.47 |
| 3.30 | 25 | 0.705 | 5.67 | 8.05 | 566.97 | 804.56 |
| 3.40 | 26 | 0.703 | 5.89 | 8.37 | 588.56 | 836.74 |
| 3.50 | 24 | 0.702 | 5.42 | 7.72 | 542.31 | 772.37 |
| 3.60 | 26 | 0.701 | 5.86 | 8.37 | 586.45 | 836.74 |
| 3.70 | 28 | 0.700 | 6.30 | 9.01 | 630.44 | 901.10 |
| 3.80 | 40 | 0.598 | 7.70 | 12.87 | 770.33 | 1287.29 |
| 3.90 | 50 | 0.597 | 9.21 | 15.42 | 920.69 | 1541.66 |

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| | NSPT | Prof. Strato (m) | Gibbs & Holtz 1957 | Meyerhof 1957 | Schultze & Menzenbach (1961) | Skempton 1986 |
|---------------------|------|------------------|--------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| [1] - Limo | 12 | 2.80 | 39.69 | 74.61 | 80.67 | 37.24 |
| [2] - ghiaia limosa | 25 | 3.90 | 49.82 | 91.55 | 90.54 | 57.96 |

Angolo di resistenza al taglio

| Strato | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza a falda | Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956 | Meyerhof (1956) | Sowers (1961) | Malcev (1964) | Meyerhof (1965) | Schmertmann (1977) Sabbie | Mitchell & Katti (1981) | Japanese National Railway |
|--------|------|------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 12 | 2.80 | 12 | 30.43 | 23.43 | 31.36 | 32.03 | 34.41 | 38.45 | <30 | 30.6 |
| 2 | 25 | 3.90 | 25 | 34.14 | 27.14 | 35 | 31.27 | 38.47 | 40.82 | 30-32 | 34.5 |

Classificazione AGI

| | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|-----|------|------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| [1] | 12 | 2.80 | 12 | Classificazione A.G.I | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| [2] | 25 | 3.90 | 25 | Classificazione A.G.I | MODERATAMENTE ADDENSATO |

Peso unità di volume

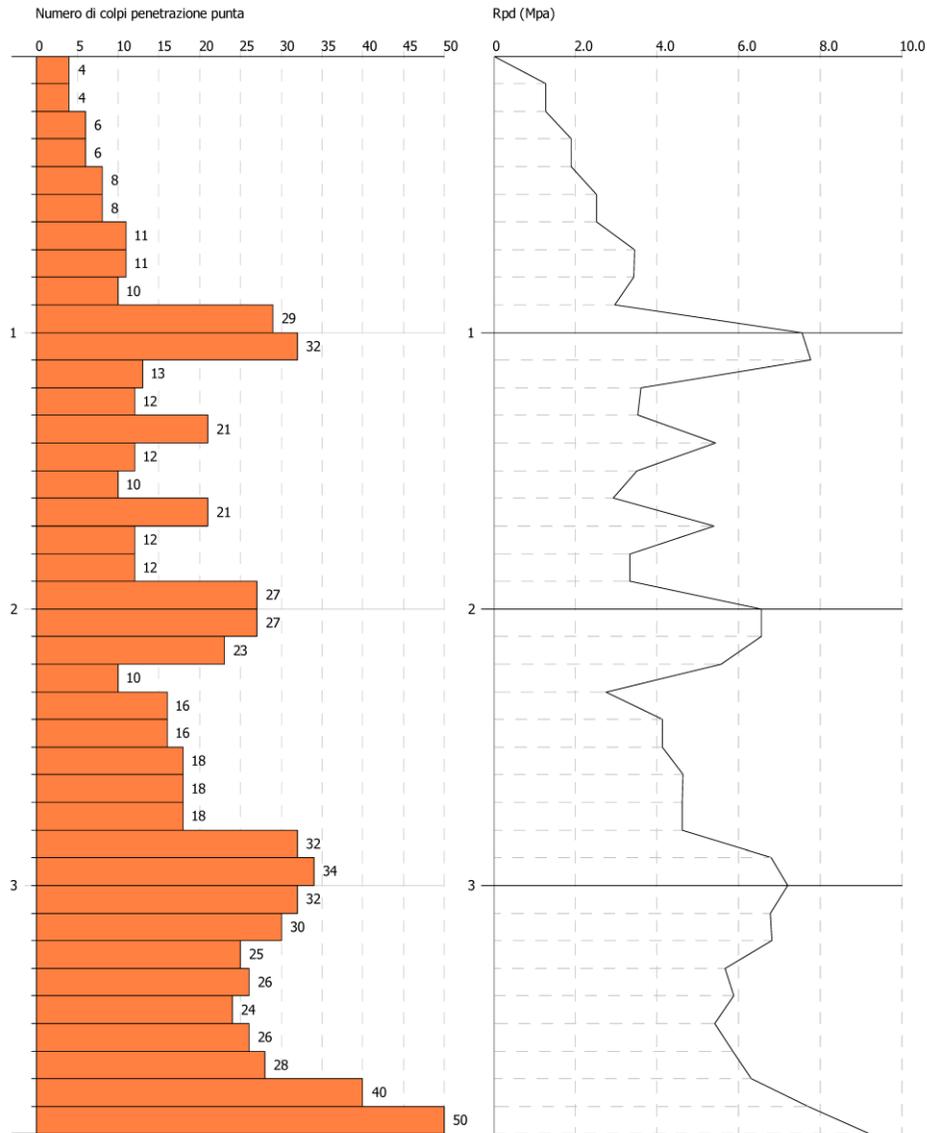
| | NSPT | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Peso Unità di Volume (KN/m³) |
|---------------|------|------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| Limo | 12 | 2.80 | 12 | Terzaghi-Peck 1948 | 14.73 |
| ghiaia limosa | 25 | 3.90 | 25 | Terzaghi-Peck 1948 | 16.17 |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
 Descrizione:
 Località:

03-04-2023

Scala 1:18

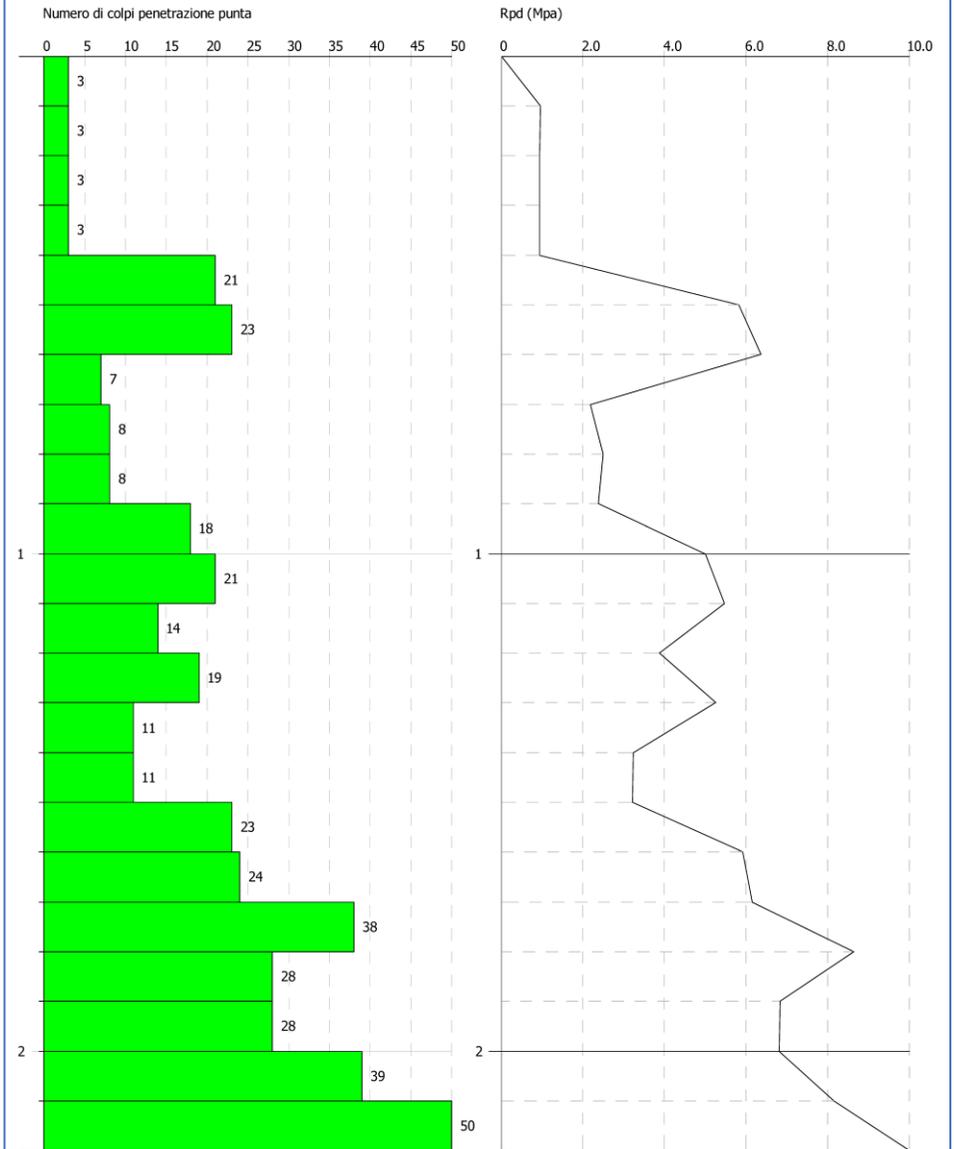


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
 Descrizione:
 Località:

05-04-2023

Scala 1:10



INDAGINI SISMICHE

Per il presente lavoro sono state eseguite un'indagine sismica a rifrazione ed una di tipo masw, della lunghezza di 60 m.

| SISMICA A RIFRAZIONE | INDAGINE MASW | N. CANALI | DISTANZA TRA I GEOFONI |
|----------------------|---------------|-----------|------------------------|
| SR | MW | 12 | 5 m |



STENDIMENTO SISMICO ESEGUITO

RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Lo stendimento ha evidenziato un modello caratterizzato da tre sismostrati sovrapposti di spessore variabile e con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P; segnatamente dal piano campagna fino a profondità variabile tra 1.50-2.90 m si trova il primo sismostrato meno addensato con velocità media delle onde P pari a 384 m/s; a profondità compresa tra 16.00 e 17.00 m si individua il secondo sismostrato con $V_p = 795$ m/s; a profondità maggiore la velocità delle onde P è pari a 2500 m/s in terreni addensati.

**SISMICA A RIFRAZIONE SR
PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)
POSIZIONE DEGLI SPARI**

| Ascissa [m] | Quota [m] | Nome File |
|-------------|-----------|---|
| -2.50 | 0.00 | 2023-02-04_14-34-05_05000_00025_012_StckSm_SEG2.dat |
| 27.50 | 0.00 | 2023-02-04_14-38-16_05000_00025_012_StckSm_SEG2.dat |
| 57.50 | 0.00 | 2023-02-04_14-44-21_05000_00025_012_StckSm_SEG2.dat |

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

| N. | Ascissa [m] | Quota [m] | FBP da -2.5 [ms] | FBP da 27.5 [ms] | FBP da 57.5 [ms] |
|----|-------------|-----------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 9.20 | 43.17 | 75.40 |
| 2 | 5.00 | 0.00 | 17.00 | 40.40 | 72.60 |
| 3 | 10.00 | 0.00 | 23.80 | 35.80 | 71.80 |
| 4 | 15.00 | 0.00 | 33.00 | 29.77 | 65.20 |
| 5 | 20.00 | 0.00 | 37.60 | 21.00 | 58.37 |
| 6 | 25.00 | 0.00 | 42.60 | 10.40 | 51.60 |
| 7 | 30.00 | 0.00 | 46.80 | 10.20 | 47.40 |
| 8 | 35.00 | 0.00 | 51.80 | 18.60 | 42.60 |
| 9 | 40.00 | 0.00 | 57.20 | 27.30 | 37.80 |
| 10 | 45.00 | 0.00 | 61.40 | 36.37 | 29.00 |
| 11 | 50.00 | 0.00 | 61.60 | 43.60 | 21.00 |
| 12 | 55.00 | 0.00 | 63.40 | 47.80 | 11.40 |

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

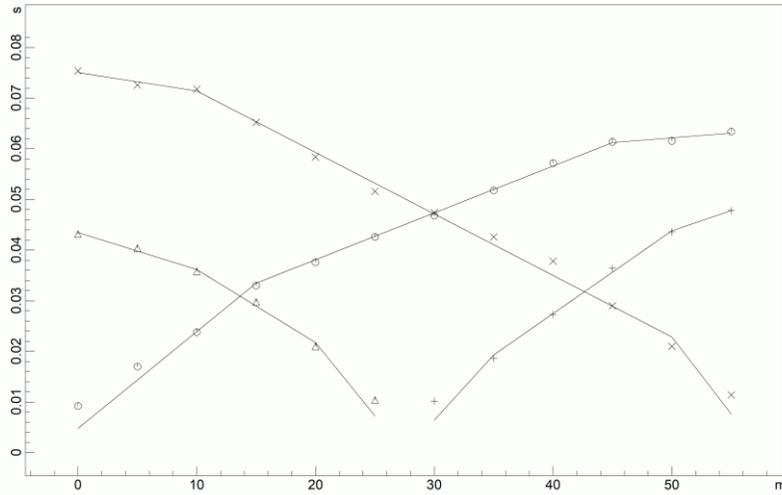
| N. Geof. | Dist. Rifr. 1 [m] | Dist. Rifr. 2 [m] |
|----------|-------------------|-------------------|
| 1 | 1.5 | 21.7 |
| 2 | 2.2 | 20.2 |
| 3 | 2.9 | 18.7 |
| 4 | 3.2 | 17.7 |
| 5 | 2.5 | 17.9 |
| 6 | 2.3 | 17.6 |
| 7 | 2.3 | 17.0 |
| 8 | 1.9 | 16.8 |
| 9 | 2.4 | 15.6 |
| 10 | 1.9 | 14.8 |
| 11 | 2.2 | 14.6 |
| 12 | 2.9 | 13.1 |

VELOCITA' DEGLI STRATI

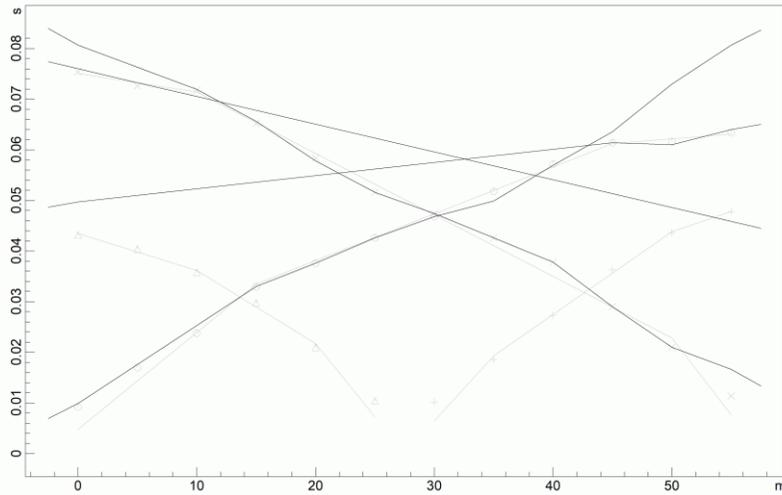
| N. Strato | Velocità [m/s] |
|-----------|----------------|
| 1 | 383.6 |
| 2 | 795.4 |
| 3 | 2491.4 |

SISMICA A RIFRAZIONE SR
PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)

DROMOCRONE ORIGINALI

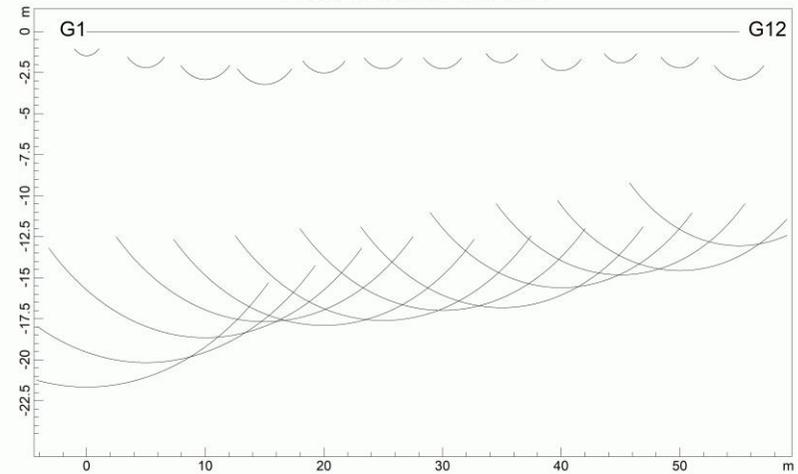


DROMOCRONE TRASLATE

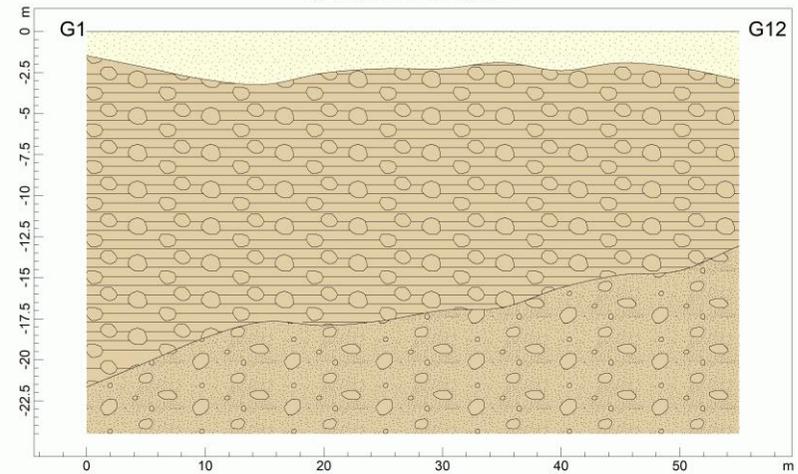


SISMICA A RIFRAZIONE SR
PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)

PROFONDITA' RIFRATTORI

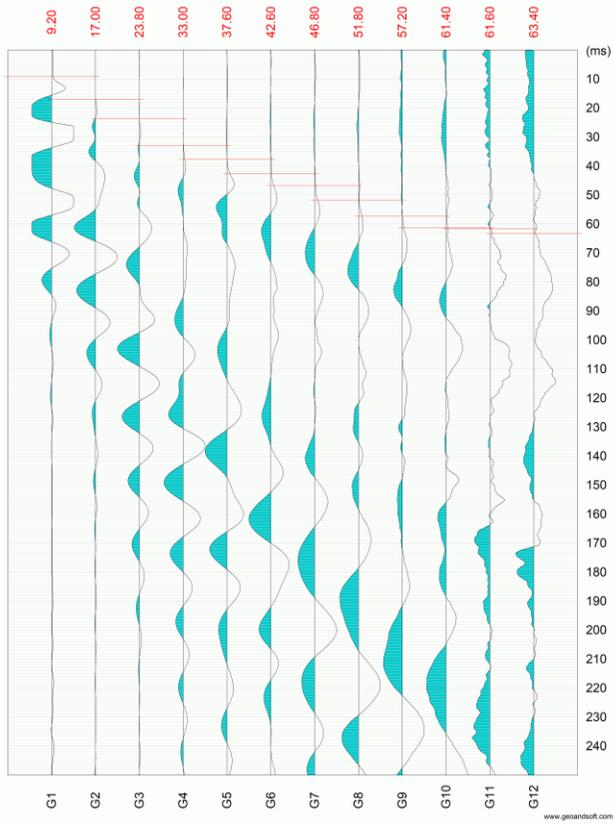


SEZIONE VERTICALE

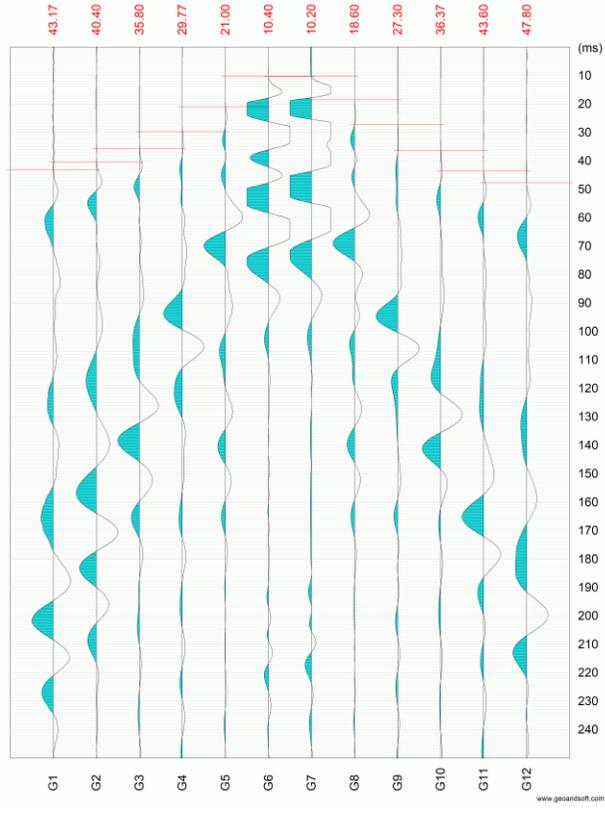


383.6 m/s
 795.4 m/s
 2491.4 m/s

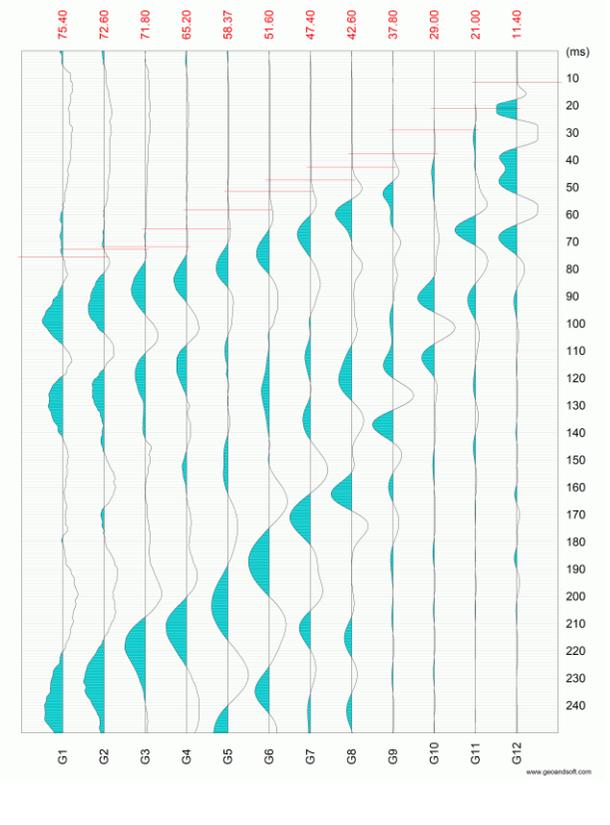
SISMICA A RIFRAZIONE SR
PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)



SISMICA A RIFRAZIONE SR
PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)

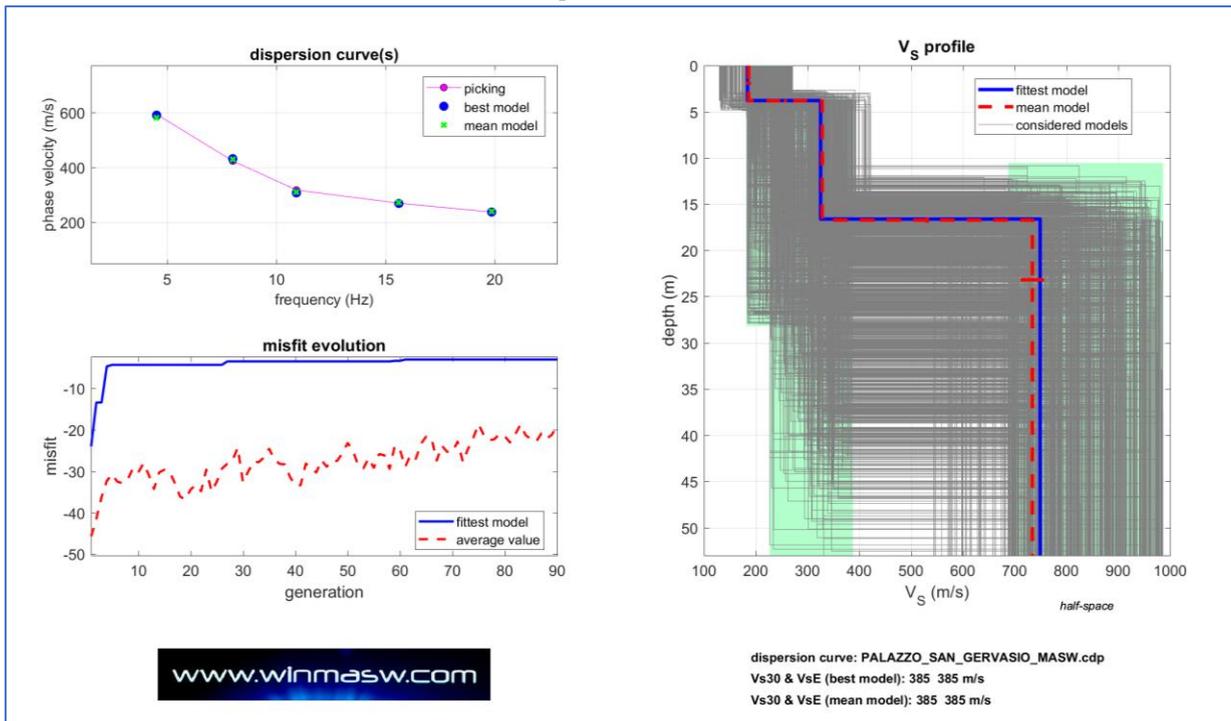


SISMICA A RIFRAZIONE SR
PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)

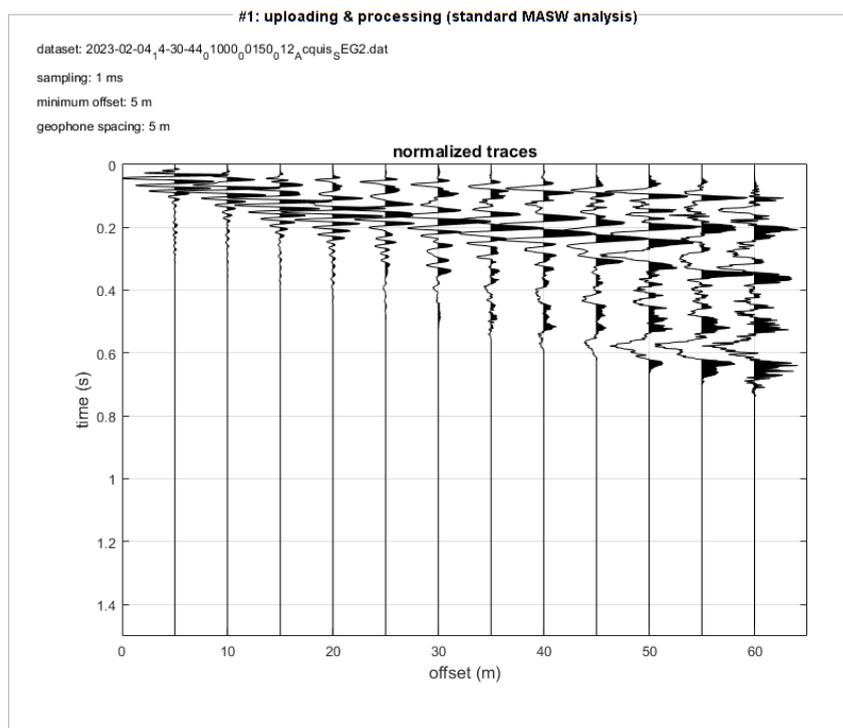


RISULTATI DELL'INDAGINE MASW

E' stata consultata un'indagine masw che ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s e di conseguenza del parametro $V_{s(eq.)}$ risultato essere pari al valore di 309 m/s.



INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE V_s IDENTIFICATO.



Il profilo verticale della curva di dispersione determinata dalla analisi dei dati MASW. SISMOGRAMMA

mostra un primo strato dello spessore medio di 186.00 m con velocità delle onde di taglio pari a

186 m/s; a seguire un secondo sismostrato dello spessore medio di 13 m con velocità delle onde S pari a 328 m/s; a seguire alla profondità di 17.00 m è presente uno strato con un valore di V_s pari a 734 m/s.

Sulla scorta del valore di $V_{s(eq)}$ il sottosuolo di fondazione del sito in esame ai sensi delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) rientra nella categoria sottosuolo di tipo B - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: PALAZZO_SAN_GERVASIO_MASW.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

V_s (m/s): 186, 328, 734

Standard deviations (m/s): 5, 4, 22

Thickness (m): 3.8, 12.9

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.3

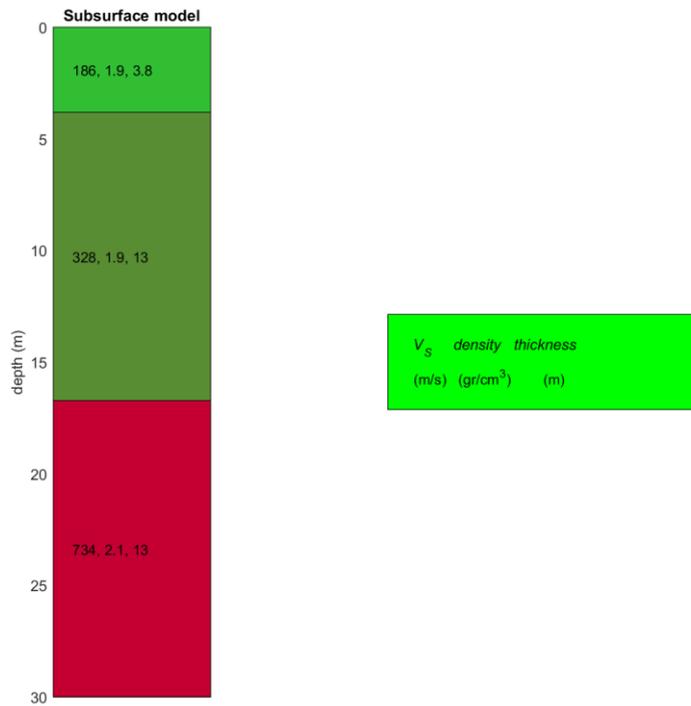
Density (gr/cm³) (approximate values): 1.86 1.94 2.13

Shear modulus (MPa) (approximate values): 64 208 1148

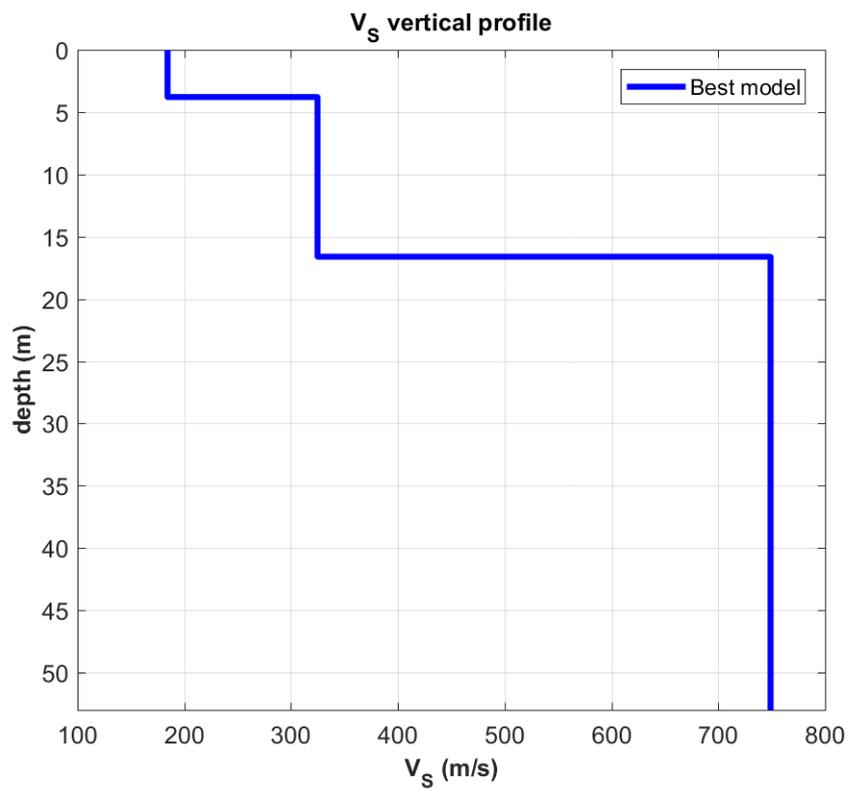
Approximate values for V_p and Poisson (please, see manual)

V_p (m/s): 456 614 1373

V_{s30} and V_{sEq} (m/s): 385 385



SISMOSTRATIGRAFIA



PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITA' STORICA DEL SITO

Il Comune di Palazzo San Gervasio è stato interessato da una scarsa attività sismica infatti, dalla consultazione del database macrosismico italiano "DBMI15" (2015) - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - relativo alle osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, emerge quanto esposto nella tabella seguente, in cui viene visualizzata la storia sismica di Palazzo San Gervasio che va dal 1694 al 2004.

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7 | 1694 | 09 | 08 | 11 | 40 | | Irpinia-Basilicata | 251 | 10 | 6.73 |
| 6 | 1851 | 08 | 14 | 13 | 20 | | Vulture | 103 | 10 | 6.52 |
| 7-8 | 1857 | 12 | 16 | 21 | 15 | | Basilicata | 340 | 11 | 7.12 |
| NF | 1893 | 08 | 10 | 20 | 52 | | Gargano | 69 | 8 | 5.39 |
| 7 | 1930 | 07 | 23 | 00 | 08 | | Irpinia | 547 | 10 | 6.67 |
| 4 | 1930 | 11 | 06 | 21 | 56 | | Alta Murgia | 16 | 5 | 4.41 |
| 4 | 1931 | 05 | 10 | 10 | 48 | 5 | Irpinia | 43 | 5-6 | 4.64 |
| 3-4 | 1948 | 08 | 18 | 21 | 12 | 2 | Gargano | 58 | 7-8 | 5.55 |
| 4 | 1956 | 01 | 09 | 00 | 44 | | Materano | 45 | 6 | 4.72 |
| 2 | 1957 | 05 | 03 | 03 | 29 | 3 | Potentino | 36 | 5 | 4.09 |
| NF | 1957 | 10 | 19 | 06 | 14 | | Potentino | 16 | 4 | 3.70 |
| 5-6 | 1962 | 08 | 21 | 18 | 19 | | Irpinia | 562 | 9 | 6.15 |
| 7 | 1963 | 02 | 13 | 12 | 45 | | Potentino | 31 | 7 | 5.19 |
| 4 | 1966 | 07 | 06 | 04 | 24 | | Alta Murgia | 46 | 4 | 4.26 |
| NF | 1966 | 10 | 04 | 04 | 51 | 5 | Potentino | 15 | 5 | 4.16 |
| F | 1971 | 05 | 06 | 03 | 45 | 0 | Irpinia | 68 | 6 | 4.83 |
| 4 | 1973 | 08 | 08 | 14 | 36 | 2 | Appennino campano-lucano | 29 | 5-6 | 4.75 |
| 4-5 | 1975 | 06 | 19 | 10 | 11 | | Gargano | 61 | 6 | 5.02 |
| 5-6 | 1978 | 09 | 24 | 08 | 07 | 4 | Materano | 121 | 6 | 4.75 |
| 3 | 1982 | 03 | 21 | 09 | 44 | 0 | Golfo di Policastro | 125 | 7-8 | 5.23 |
| 3-4 | 1983 | 02 | 02 | 08 | 14 | 1 | Potentino | 42 | 5 | 4.35 |
| 4 | 1984 | 05 | 07 | 17 | 50 | | Monti della Meta | 912 | 8 | 5.86 |
| 4-5 | 1987 | 01 | 28 | 05 | 33 | 2 | Potentino | 62 | 5 | 4.54 |
| 3-4 | 1988 | 01 | 08 | 13 | 05 | 4 | Pollino | 169 | 7 | 4.70 |
| 3-4 | 1989 | 05 | 29 | 11 | 19 | 1 | Appennino lucano | 77 | 5 | 4.34 |
| 6 | 1990 | 05 | 05 | 07 | 21 | 2 | Potentino | 1375 | | 5.77 |
| 4 | 1990 | 08 | 28 | 19 | 02 | 5 | Potentino | 84 | | 4.21 |
| 7 | 1991 | 05 | 26 | 12 | 25 | 5 | Potentino | 597 | 7 | 5.08 |
| 4-5 | 1996 | 04 | 03 | 13 | 04 | 3 | Irpinia | 557 | 6 | 4.90 |
| 3-4 | 1998 | 04 | 07 | 21 | 36 | 5 | Valle dell'Ofanto | 45 | 5 | 4.31 |
| 3-4 | 1998 | 04 | 26 | 05 | 38 | 0 | Potentino | 67 | 4-5 | 3.76 |
| 3 | 2002 | 04 | 18 | 20 | 56 | 4 | Appennino lucano | 164 | 5 | 4.34 |
| 4 | 2004 | 09 | 03 | 00 | 04 | 1 | Potentino | 156 | 5 | 4.41 |

PRINCIPALI EVENTI SISMICI REGISTRATI NEL TERRITORIO DI PALAZZO SAN GERVASIO

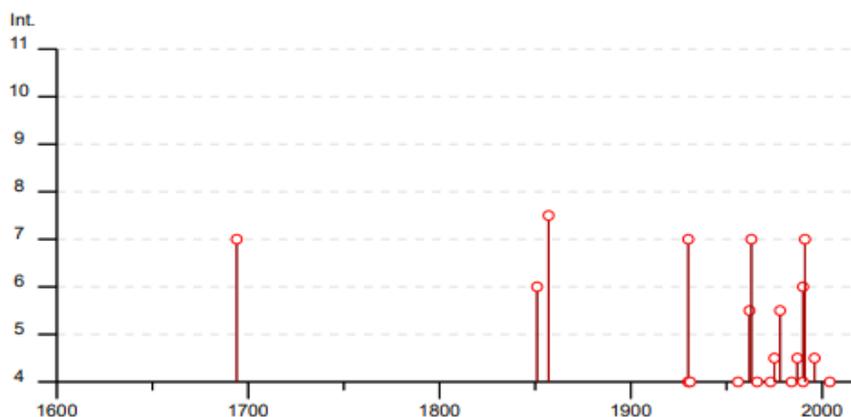


DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche cui alle NTC 2018 e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, si riporta quanto segue:

Classificazione della categoria di sottosuolo:

Le misure sismiche eseguite hanno consentito di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio (Vs). La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo “B”.

Classificazione delle condizioni topografiche:

La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.0.

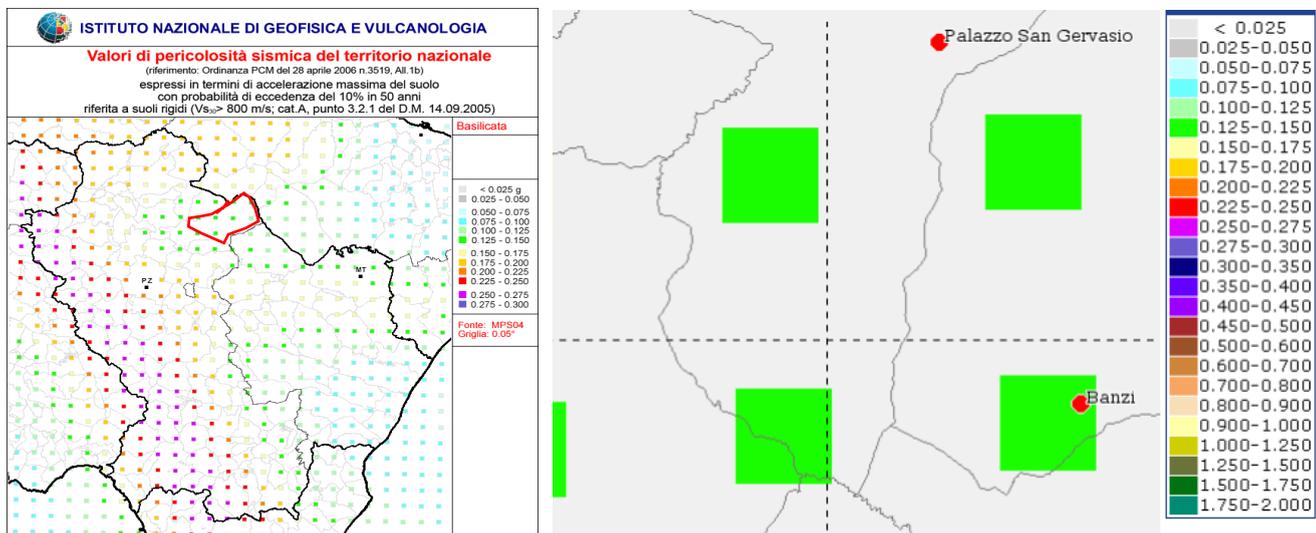
PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e l’aggiornamento delle Norme Tecniche per Costruzioni D.M. 17/01/2018 raccoglie in forma unitaria le regole che disciplinano la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali si valutano i diversi stati limite considerati, si definiscono dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

I dati di pericolosità sismica prodotti e messi in rete dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), costituiscono l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un

fissato periodo avvenga un evento sismico di entità almeno pari a un valore prefissata e rappresenta la frequenza e la forza dei terremoti che interessano un dato territorio, ovvero dalla sua sismicità. Viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga) di nostro interesse; per la determinazione dei valori della pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in molteplici griglie aventi passo di 0.05° , come ben visibile nelle figure seguenti dove è riportata la mappa della Basilicata con i valori di pericolosità sismica (dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).



VALORI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL COMUNE DI PALAZZO SAN GERVASIO (fonte INGV) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido; i parametri sismici calcolati per il sito con GeoStru-PS sono quelli riportati di seguito dove i valori di a_g , F_0 , T_c^* definiscono le forme spettrali. Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, tale periodo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” RVP. Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento a un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

Per la microzonazione sismica si è scelto di applicare l'approccio semplificato in quanto l'assetto stratigrafico e morfologico del versante occupato dai moduli fotovoltaici e dalle opere accessorie si può essere considerare suborizzontale con strati piano-paralleli, infatti l'inclinazione degli strati è ad assetto suborizzontale e non supera i 10°.

I valori di pendenza della superficie topografica occupata dai moduli e dagli stessi cavidotti e dalla stazione utente presentano morfologie subpianeggianti con il coefficiente $T=T1$.

Nelle aree di intervento progettuale non sono state riconosciute forme acclivi di superficie utili all'identificazioni di possibili effetti di amplificazione dovuti alla topografia (zone di cresta, versanti acclivi).

Le litologie sono omogenee ed è stato individuato un bedrock sismico; il profilo delle Velocità V_s non mostra fenomeni di inversione.

Quindi alla luce delle considerazioni esposte si ha un assetto geologico e geotecnico assimilabile a un modello fisico monodimensionale, cioè a n strati piani, orizzontali, paralleli, continui, di estensione infinita, omogenei a comportamento viscoelastico; si ha un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, omogenei e deformabili, sovrastante un terreno più rigido assimilabile ad un bedrock sismico.

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari ed utili a prevedere e a mitigare, attraverso idonei criteri d'uso del territorio, gli effetti sismici in una zona di dimensioni locali.

Oramai è noto nella comunità scientifica che fattori stratigrafici e geomorfologici locali possono variare le caratteristiche del moto sismico, modificando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie con una redistribuzione dell'energia ed amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze.

Il Riferimento legislativo nazionale e regionale per gli studi finalizzati alla caratterizzazione sismica del territorio sono gli: "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)" approvati

dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (Gruppo di lavoro MS - 2008)”, che sviluppando le istanze delle Regioni e degli Enti Locali e recependo quanto elaborato e sperimentato dalla comunità scientifica, definisce metodi d’indagini ed un criterio di utilizzo dei risultati degli studi di microzonazione sismica.

Lo studio di microzonazione sismica ha tenuto conto delle disposizioni dell’art. 2 comma 6 della L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 “*Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica*” ed è stato predisposto il secondo livello di approfondimento facendo riferimento alla "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" così come previsto dal medesimo articolo al comma 3.

Secondo la zonazione sismica della L.R. 9/2011 allegato A e s.m.i. il comune di Palazzo Sn Gervasio è classificato in zona 2c con un valore di PGA pari a 0.200g come riportato nella tabella seguente:

| Zona sismica OPCM 3274 | Nuova zonazione sismica | PGA subzona (g) | Magnitudo | Distanza (Km) |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------|----------------------|
| 2 | 2C | 0.200 | 6,7 | 50 |

Il secondo livello di approfondimento si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche con metodi semplificati della modificazione locale del moto sismico in superficie.

Le amplificazioni sono state quantificate per mezzo di "abachi" che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie associati alle singole situazioni litostratigrafiche.

In assenza degli abachi regionali di riferimento sono stati utilizzati quelli riportati al capitolo 3.2 Appendice 3 Volume 2 Parte III degli ICMS.

Gli abachi sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio.

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido identificabile come bedrock sismico; il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante in modo da descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 ad un massimo di 150 m, per un totale di 19 valori.

La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_sH) copre l'intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori ed ognuno con tre diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g Bassa sismicità, 0.18g media sismicità e 0.26g alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di V_s (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_sH , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo di velocità è fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri) è difficile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi consentito orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

Da un'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche, i siti di imposta dell'impianto fotovoltaico con le cabine elettriche rientrano in "Zona Stabile Suscettibile di amplificazione locale", dove sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della natura litostratigrafica.

Applicando la procedura per gli Studi di Microzonazione Sismica di II livello si è giunti al calcolo dei fattori di amplificazione FA a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il

quale si ha il massimo della risposta in accelerazione) ed FV a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

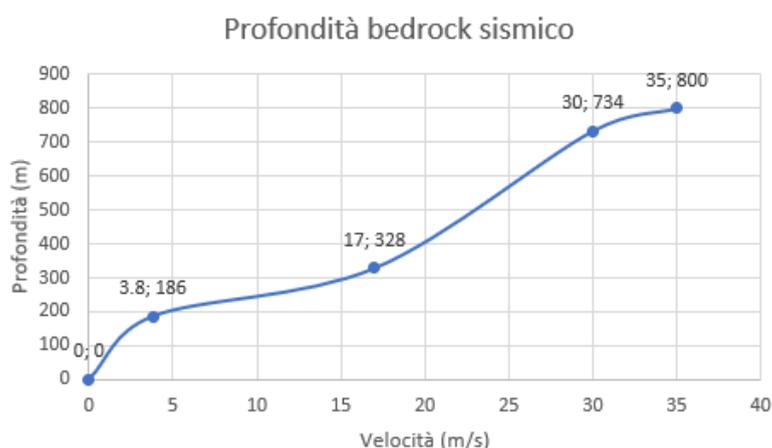
Il calcolo di tali fattori è stato effettuato mediante appositi abachi, considerando il sottosuolo in esame assimilabile ad una successione di strati approssimativamente piano paralleli, con modeste irregolarità morfologiche, in accordo a quanto richiesto dagli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.

Si fa presente che le aree occupate dai campi fotovoltaici con cavidotti e le cabine elettriche e dalla stazione elettrica presentano un valore dell'angolo di inclinazione dei versanti $i < 15^\circ$ quindi la categoria topografica T=T1.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

ZONA 1 (CAMPI FOTOVOLTAICI – CABINE ELETTRICHE DI CAMPO-STAZIONE TERNA)

Al fine di individuare la profondità del bedrock sismico si è proceduto a ricostruire il profilo della velocità utilizzando i dati registrati nelle prove sismiche ed in seguito per individuare la profondità del substrato sismico è stato considerato un aumento costante del gradiente della velocità registrato nell'ultimo sismostrato fino a quando è stata intercettata la velocità di 800 m/s alla profondità di 35 m dal piano campagna.



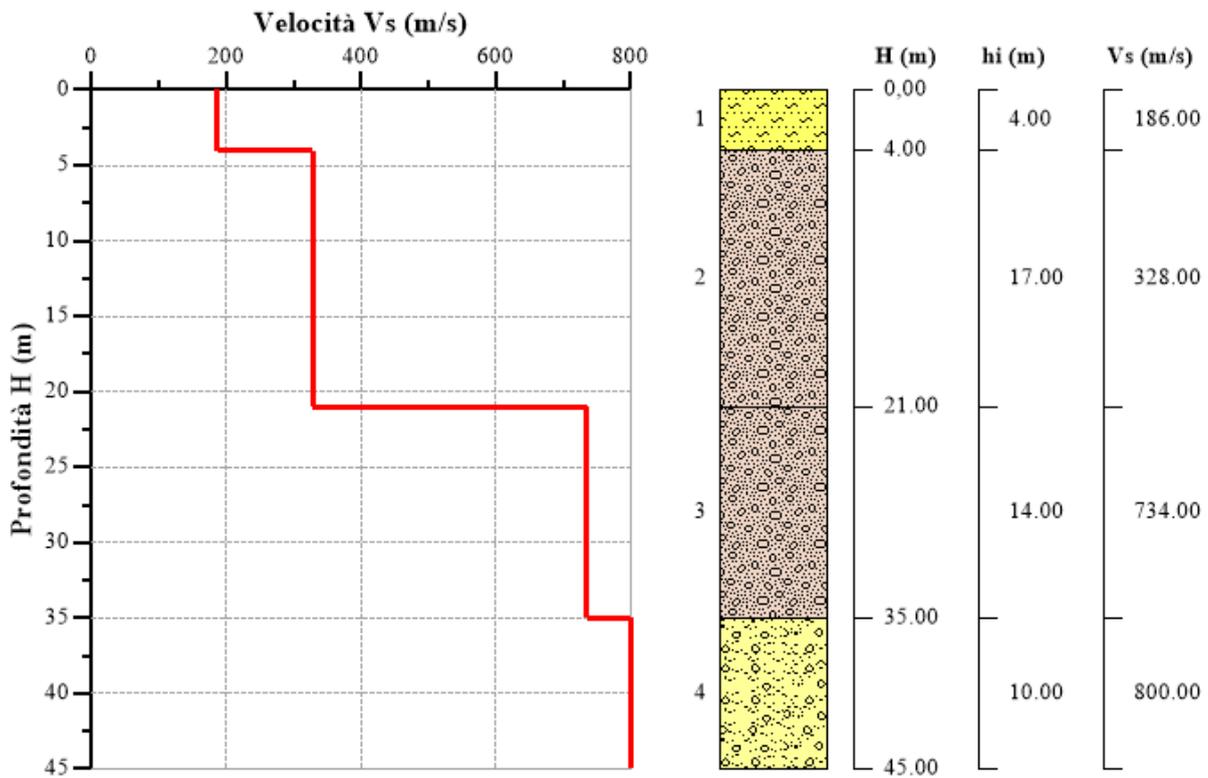
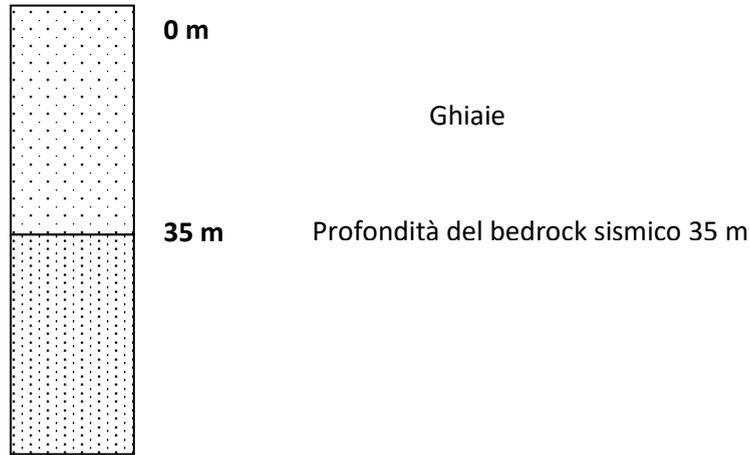
Individuata la profondità del bedrock sismico mediante gli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici essendo il sito sub orizzontale con strati piano paralleli si è giunti alla determinazione dei parametri di amplificazione sismica.

E' stato utilizzato l'abaco con i seguenti parametri:

Tipo di terreno: ghiaia; ag(g):0.26g - Profilo di velocità: Lineare pendenza intermedia

$$V_{SH} = V_{S(35)} = 486 \text{ m/s.}$$

Parametri di amplificazione sismica FA=1.39 - FV=1.25



SISMOSTRATIGRAFIA

CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

In conformità alla L.R. 23/99 e del suo Regolamento di Attuazione è stata redatta la “*Carta di Sintesi della Pericolosità e Criticità Geologica e Geomorfologica*” che deriva dalla sovrapposizione analitica e critica dei vari tematismi geologici prodotti.

L’area interessata dalle strutture di progetto è stata classificata per il livello di criticità geologica e pericolosità geomorfologica come di seguito riportato:

I – AREE NON CRITICHE

Ib - AREE SU VERSANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ (PARCO FOTOVOLTAICO – CABINE ELETTRICHE - CAVIDOTTO INTERRATO-STAZIONE UTENTE – STAZIONE TERNA)

Queste aree che comprendono il parco fotovoltaico con le cabine elettriche, la viabilità interna e la Stazione elettrica Terna sono situate su versanti subpianeggianti che presentano una morfologia stabile, non esondabile ed esente da criticità sia idrauliche sia idrologiche.

Il tracciato del cavidotto che collegherà l’area parco alla Stazione elettrica interesserà esclusivamente la viabilità esistente e all’interno dell’area parco verrà posto in opera al centro delle piste di nuova realizzazione.

Il cavidotto sarà posto in opera all’interno della sede stradale esistente ad una profondità di circa 1 m e sarà subito rinterrato e la sua realizzazione non causerà alcuna instabilità alle aree attraversate. Le strade interessate dalla posa del cavidotto sono realizzate in aree stabile non interessate da fenomeni franosi.

In tutte le aree di progetto affiora il complesso conglomeratico.

Dal punto di vista geomorfologico anche nelle aree interessate dall’attraversamento del cavidotto, non sono presenti fenomeni di dissesto, in atto o potenziali che pregiudicano l’utilizzo dell’area.

Lo stesso dicasi per la Stazione elettrica Terna che riposa su di una superficie subpiangente distante pochi chilometri dall’area del parco.

Sono aree esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

Le strutture dell'impianto molto leggere interagiscono con la parte più superficiale del terreno fino ad una profondità massima di infissione dei sostegni metallici dei moduli fotovoltaici che è pari a 2.00 m.

La falda acquifera è assente con certezza nei primi 20 m di profondità come ricavato dai sondaggi geognostici consultati, pertanto non si ha alcuna interferenza con le opere in progetto che interessano superficialmente i terreni del substrato conglomeratico.

Non vi sono interferenze tra il reticolo idrografico superficiale e le opere in progetto.

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione, sono estrapolate da correlazioni con dati acquisiti con le indagini geognostiche realizzate nel sito di stretto interesse progettuale.

Il modello geologico-tecnico del sottosuolo (§ 6.2.2 delle N.T.C. 2018) è caratterizzato da terreni conglomeratici in posto con una porzione sommitale alterata la cui spessore è variabile da 0.90 m (area stazione Terna) a 2.80 m (area parco fotovoltaico) , come ricavato dalle prove penetrometriche eseguite; per la Prova P2 realizzata nell'area del parco fotovoltaico, ciò ben si correla con le stratigrafie S1 ed S2 consultate, che individuano uno spessore sommitale alterato di circa 2.80-3.00 m a cui seguono le litologie conglomeratiche.

Dall'alto verso il basso fino si individuano:

Copertura detritica eluviale

Da 0.00-2.80 m porzione alterata superficiale moderatamente addensata costituita da terreni limo-sabbiosi giallo-ocra con ciottoli sparsi.

Conglomerati

Da 2.80 (0.90 area Stazione Terna) – 15.00 m prevale la componente conglomeratica costituita da ciottoli poligenici di dimensioni variabili da pochi millimetri a diversi centimetri immersi in una matrice sabbiosa di colore giallastro o cora, con incluse intercalazioni di lenti di spessore da decimetrico a metrico di sabbie limose e limi argillosi.

Il complesso litologico si presenta ben addensato.

Alle litologie riscontrate in sito si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici cautelativi derivanti dall'elaborazione della prova penetrometrica eseguita in sito fino a circa 4.00 metri di profondità, dalle prove geotecniche di laboratorio e dalle prove penetrometriche standard (SPT) eseguite all'interno dei fori di sondaggio S1 e S2 consultati:

| <i>Strato</i> | <i>Profondita' (m)</i> | <i>Peso di volume naturale KN/m3</i> | <i>Coesione drenata KN/m2</i> | <i>Coefficiente dell'angolo di attrito (Φ)</i> |
|---------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 0.00-2.80 | 19.00 | - | 22° |
| 2 | 2.80-15.00 | 20.00 | - | 30° |

VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE

Il presente studio ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche di un'area localizzata nel territorio comunale di Palazzo San Gervasio dove è in progetto la realizzazione di un parco fotovoltaico.

Dal punto di vista geomorfologico le aree di progetto sono caratterizzate da una bassa acclività e non presentano evidenze morfologiche di movimenti franosi in atto e/o potenziali.

L'area è caratterizzata da una morfologia subpianeggiante con $T1 < 15^\circ$ ed esente da criticità geologiche.

Sulla base delle indagini geologiche geotecniche e geofisiche eseguite, del rilevamento geologico e geomorfologico, l'area dove sorgerà il parco fotovoltaico e l'area della Stazione Terna sono morfologicamente stabili nelle condizioni ante e post-opera.

Non sono state eseguite le verifiche di stabilità del versante in quanto l'area è sub orizzontale ed il progetto non prevede la realizzazione di sbancamenti tali da creare situazioni di instabilità del versante.

Pertanto si esprime la fattibilità e compatibilità dell'intervento previsto con l'assetto geologico e idrogeologico delle aree.

II GEOLOGO

(Dr. FRANCHINO GIANCRISTIANO)

ALLEGATI

Stratigrafie dei sondaggi consultati S1 – S2

| | | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| Committente | Veronagest S.p.a. | SONDAGGIO | FOGLIO |
| Cantiere | Parco Eolico "Piano delle Tavole" | S1 | 1 |
| Località | Banzi - Palazzo S.G. (PZ) | Il geologo Raffaele Nardone | |
| Data Inizio | 22/07/2010 | | |

| Scala 1:100 | Profondita' | Stratigrafia | Descrizione | Cassetta | Campioni | Falda | Pocket | N° colpi SPT |
|-------------|-------------|--------------|---|----------|----------------------|-------|-----------------|--------------|
| | 0.30 | | Terreno vegetale di natura sabbiosa-limosa | | | | 1.2.2.4.3.6.4.8 | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | Sabbia limosa-argillosa di colore giallo-bruno con inclusi ciottoli poligenici arrotondati di dimensioni variabili dal millimetro al centimetro. Deposito debolmente umido, poco plastico e mediamente consistente. | | | | | |
| 3 | 2.60 | | | 1 | | | | 50 |
| 4 | 4.00 | | Conglomerato costituito da ciottoli poligenici di dimensioni centimetrici (Dm=2-3 cm) inglobati in matrice sabbiosa-limosa. Ben addensati e asciutti. | | | | | |
| 5 | 4.60 | | Sabbia fine debolmente limosa di colore giallo ocra, ben cernita e a composizione silico-clastica, umida e con grado di addensamento medio alta. | | | | | |
| 6 | 6.00 | | Conglomerato costituito da ciottoli poligenici arrotondati di dimensione dal centimetro al millimetro immerso in matrice sabbiosa-limosa, talvolta prevalente. Asciutti e ben addensati. | | | | | 50 32 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | 8.00 | | Limi argillosi di colore giallo-ocra con inclusi rari ciottoli di dimensioni millimetrici sub-arrotondati. Debolmente umidi, poco plastici e consistenti. | 2 | 7.50 S1C1 8.00 | | | |
| 9 | 8.90 | | Sabbia fine debolmente limosa di colore giallo-ocra, ben cernita, ben addensata e debolmente umida. | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | 3 | | | | |
| 14 | | | Conglomerato costituito da ciottoli poligenici di dimensioni centimetrici, immersi in matrice sabbiosa-limosa. Asciutti e ben addensati. | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | 50 |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | 18.00 | | | 4 | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | 20.00 | | Argilla limosa di colore variabile dal giallo al grigio con inclusi rari ciottoli di dimensione millimetrica. Debolmente plastica, molto consistenti e asciutti. | | | | | |

| | | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| Committente | Veronagest S.p.a. | SONDAGGIO | FOGLIO |
| Cantiere | Parco Eolico "Piano delle Tavole" | S2 | 1 |
| Località | Banzi - Palazzo S.G. (PZ) | Il geologo Raffaele Nardone | |
| Data Inizio | 22/07/2010 | | |

